

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни

«ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ»

(для студентів 3 курсу денної форми навчання, галузі знань 1702 “Цивільна безпека”, за напрямом підготовки 6.170202 “Охорона праці”)

Харків
ХНАМГ
2013

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова екологія» (для студентів 3-го курсу, денної форми навчання, галузі знань 1702 “Цивільна безпека”, за напрям підготовки 6.170202 “Охорона праці”) / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. Ю. Нікітченко, С. В. Нестеренко. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 81 с.

Укладачі: О. Ю. Нікітченко,
С. В. Нестеренко

Рецензент: проф. Б. М. Коржик

*Рекомендовано кафедрою “Безпека життєдіяльності”,
протокол № 21 від 22.05.2012 р.*

ЗМІСТ

1. Лабораторна робота № 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ.....	4
2. Лабораторна робота № 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ.....	21
3. Лабораторна робота № 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПИЛЕНOSTІ ПОВІТРЯ НА ДІЛЯНЦІ.....	36
4. Лабораторна робота № 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ ДІЛЯНКИ.....	46
5. Лабораторна робота № 5. ОЦІНКА РІВНЯ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ, ҐРУНТУ.....	53
6. Лабораторна робота № 6. ОЦІНКА ПОБУТОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ.....	70
ДЖЕРЕЛА.....	80

Лабораторна робота № 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ

Мета роботи – дослідити якість довкілля. Запланувати точні координати екосистеми за допомогою сучасного персонального навігатора GPS-12. Ознайомитися з характеристиками та принципами роботи приладів. Вирішити облаштування майданчика для стаціонарних спостережень за абіотичними факторами. Дослідити світло як екологічний фактор. Дослідити температуру як екологічний фактор. Дослідити вологість як екологічний фактор. Визначити швидкість вітру меншої за 1 м/с. Зробити висновки.

1. Визначення точних координат екосистеми за допомогою персонального навігатора GPS-12

Характеристика та принцип роботи приладу. Персональний навігатор GPS-12 використовують для отримання навігаційної інформації (визначення координат, напрямку та швидкості руху дослідника, прокладання маршрутів тощо).

Для введення даних використовується клавіатура персонального навігатора. Функціональне призначення кнопок клавіатури наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Призначення кнопок клавіатури персонального навігатора GPS-12

Символ лампочки	Вмикає і вимикає прилад, активує підсвічення екрану
PAGE	Листає послідовно головні сторінки меню і повертає зі сторінки підменю на головну сторінку меню
MARK	Фіксує положення і виводить на екран сторінку маркування положення
GOTO	Виводить на екран вікно „GOTO» („йти до»), причому точка маршруту для виконання цієї команди підсвічена. Натисніть „GOTO» двічі, щоби активувати функцію MOB („людина за бортом»)
ENTER	Підтверджує введення даних і активізує підсвічення поля, дозволяючи вводити дані
QUIT	Повертає зображення на попередню сторінку або поновлює попереднє значення поля даних
▲ ▼	Вибирає буквено-цифрові символи, і переміщує підсвічення з поля на поле
◀ ▶	Переміщує поле вибраного символу, і переміщує підсвічення з поля на поле

Перед початком маршруту розгляньте п'ять основних сторінок інформації, які використовуються у GPS-12. Сторінки переключаються натисканням кнопок PAGE (СТОРІНКА) або QUIT (ВИХІД). Функціональне призначення сторінок наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Призначення сторінок персонального навігатора GPS-12

Сторінка супутників	Показує розміщення супутників і силу їх сигналів. Положення супутників ілюструється за допомогою двох кіл і крапки в центрі. Зовнішнє коло показує супутники на рівні горизонту; внутрішнє відповідає куту 45° над горизонтом, а крапка в центрі позначає супутники, що знаходяться прямо над головою. Знаючи розташування супутників, легко побачити, з якого боку блокується сигнал. Внизу сторінки розташовується низка колонок сили сигналу, що відповідають кожному супутнику
Сторінка місцезнаходження	Показує, де ви знаходитесь, у якому напрямку та з якою швидкістю рухаєтесь. Також на сторінці показано ваше поточне місцезнаходження у трьох вимірах: ширина, довгота та абсолютна висота. Наявний лічильник пройденої відстані та годинник зі шкалою 12/24 години
Сторінка карти	Служить вікном, що дозволяє вам бачити ваше розташування, шлях який ви пройшли та найближчі точки маршруту. Ромб у центрі екрану показує ваше місцезнаходження в даний момент часу. При русі з'являється тонка лінія, що показує шлях, який ви щойно пройшли; вона називається журналом шляху. На карті можуть бути показані найменування точок маршруту. У нижніх кутках сторінки завжди будуть індукуватися ваші поточний курс та швидкість. Якщо ви прямуєте до точки маршруту, що підсвічена на екрані, в верхніх кутах буде показано відповідні відстань та азимут. Вгорі вікна розташовані поля масштабування, панорамування та конфігурації
Сторінка навігації	Допоможе вам визначити напрямок при русі до точки маршруту. Персональний навігатор дозволяє обрати дві сторінки навігації: сторінку шосе і сторінку компаса
Сторінка меню	Забезпечує доступ до операцій із точками маршруту, маршрутами, журналом запису пройденого шляху та функціями установок GPS-12 через перелік підменю

Хід роботи

Натисніть кнопку із символом лампочки і утримуйте її протягом 3 секунд, для того щоб увімкнути прилад. На екрані повинно з'явитися не менше 3-х супутників (стовпчики чорного кольору). Над стовпчиками висвітлюється розміщення супутників та сила їх сигналів (рис. 1.1,а). Почекайте поки не з'явиться сторінка місцезнаходження (рис. 1.1,б). Відмаркуйте місцезнаходження як точку маршруту. Для цього натисніть кнопку MARK. З'явиться сторінка маркування місцезнаходження. Кожній точці можна присвоювати обраний символ, щоби легше її знайти на карті.

Натисніть кнопку PAGE щоб перейти па сторінку карти. Після того, як точка маршруту буде записана в пам'ять, натисніть на клавішу GOTO, щоб за допомогою навігатора рухатися до наміченої точки.

Напрямок вашого руху (курс), швидкість пересування, пройдена відстань і висота вказані у верхній половині екрану. Широта і довгота вашого розташування вказані посередині сторінки, а час доби – нижче.

Щоб вимкнути GPS-12 натисніть кнопку із символом лампочки і притримайте її протягом 3 секунд.

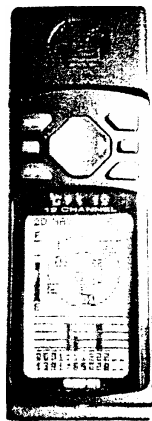


Рис.1.1, а – Персональний навігатор GPS-12

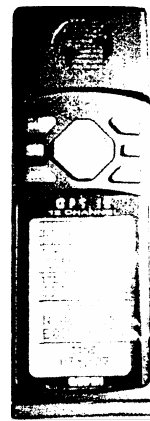


Рис.1.1, б – Speed – швидкість, з якою рухається спостерігач;
Alt – висота над рівнем моря; Time – час;
position: N – широта; E – довгота

2. Облаштування майданчика для стаціонарних спостережень за абіотичними факторами

Якщо екологічні дослідження стосуються вивчення змін певної екосистеми протягом тривалого часу, доцільно облаштувати спеціальний майданчик з комплексом стаціонарних вимірювальних приладів.

Хід роботи

Для стаціонарних спостережень за абіотичними факторами необхідно вибрати найбільш репрезентативну ділянку екосистеми і будь-яким способом її огородити. Вимірювальні прилади потрібно розмістити так, щоб, з одного боку, забезпечити вільний доступ до кожною з них, а з другого – максимально ефективно використати увесь підземний та надземний простір обмеженої ділянки. Найбільш раціональні способи облаштування таких майданчиків запропонували Д. Гейнріх та М. Гергт, а також М. А. Голубець. Їхні схематичні зображення наведені на рис. 1.2 – 1.4.

Принципи роботи приладів, зазначених на цих схемах, висвітлені у двох наступних розділах.

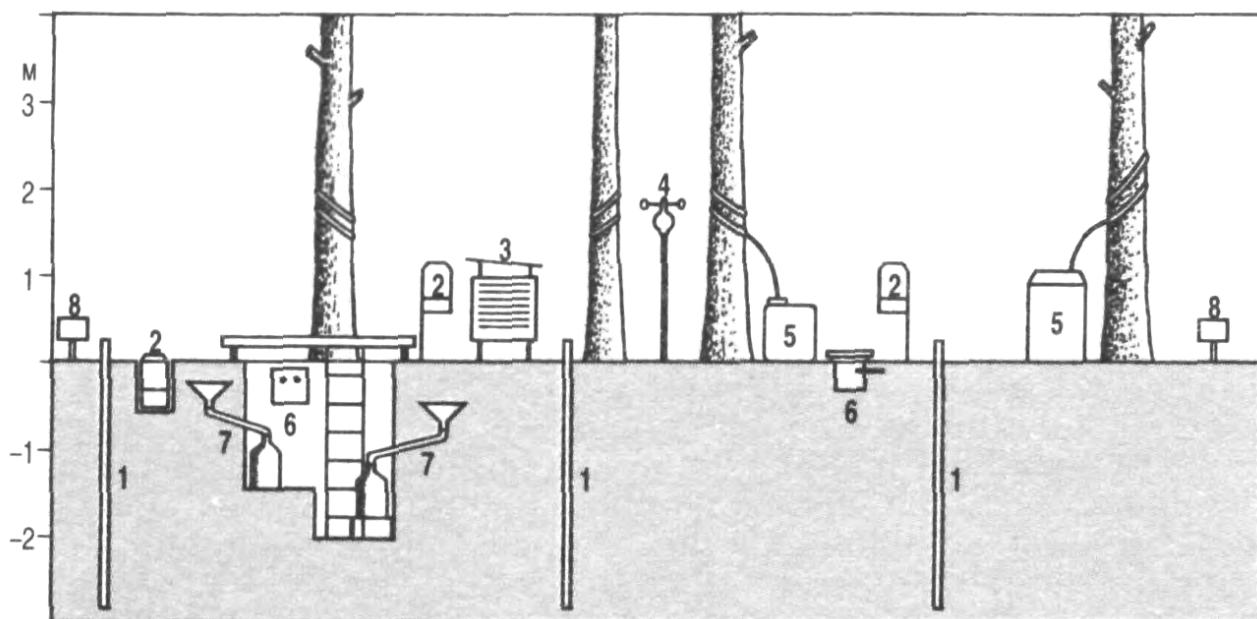


Рис. 1.2 – Вимірювальне поле комплексного аналізу біотопу (вид збоку):
 1 – мірна труба для нейтронного зонда, 2 – дощомір, 3 – кліматична будка,
 4 – анемометр, 5 – ємність для вловлювання води, що стікає стовбуром,
 6 – ґрунтовий термометр, 7 – водозбірник. 8 – пункти взяття проб).

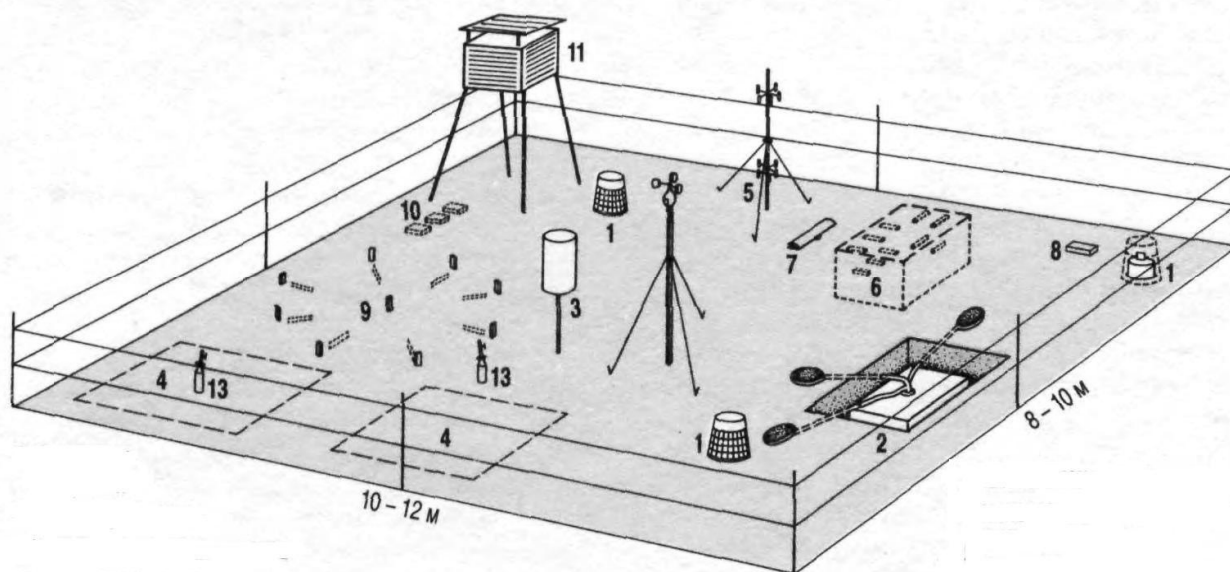


Рис. 1.3 – Вимірювальне поле комплексного аналізу біотопу (вид згори):
 1 – прилад для вимірювання випаровування, 2 – збірник фільтраційної води,
 3 – дощомір, 4 – вимірювальне поле для проб вологості ґрунту, 5 – штатив з
 ампулами (вимірювання температури з інвертним цукром), 6 – закопані ампули
 вимірювання температури з інвертним цукром, 7 – мінімальний термометр
 надґрунтовий, 8 – лічильник поперемінного заморожування та відтаювання,
 9 – тест із целюлозою (активність органічного розкладання у гумусі),
 10 – тест на мінералізацію азоту, 11 – метеобудка, 12 – анемометр,
 13 – збірник ґрунтового розчину

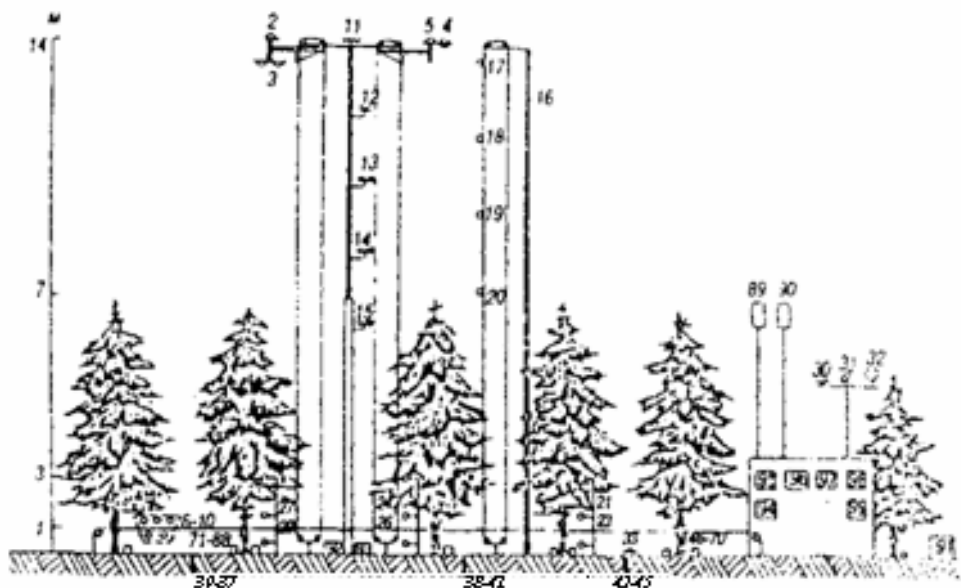


Рис. 1.4 – Схема розміщення актинометричних, градієнтних і термометричних датчиків і приладів для гідрологічних досліджень на ділянці 20-річного лісостану біогеоценозної екосистеми смеречника гілокомієвого вологої мезотрофної букової смеречини

2.1. Дослідження світла як екологічного фактора

Основним джерелом енергії всіх природних процесів, що протікають на земній кулі є сонячна радіація. Промениста енергія (радіація, світло) становить електромагнітні хвилі, що відходять від джерела їх виникнення.

Перш, ніж досягти земної поверхні, сонячна радіація проходить через атмосферу і піддається деяким змінам: частково вона поглинається повітрям і частково розсіюється. Поглинається сонячна радіація в основному парами, аерозолями і меншою мірою вуглекислим газом та озоном.

Радіація, що надходить до земної поверхні безпосередньо від Сонця і навколосонячної зони, радіусом 5° називається *прямою сонячною радіацією*. Пряма радіація вимірюється на поверхні, перпендикулярній напрямку сонячного проміння, і позначається S . Пряма сонячна радіація, що надходить на горизонтальну поверхню (S'), вираховується за формулою:

$$S' = S \cdot \sin h ,$$

де h – висота Сонця над горизонтом.

Для вимірювання прямої сонячної радіації використовується актинометр Савінова-Янишевського.

Пройшовши через атмосферу, сонячна радіація розсіюється у оптично неоднорідному середовищі атмосферними газами і аерозольними домішками, які володіють різними коефіцієнтами заломлення і переходить у особливу форму - розсіяну радіацію.

Розсіяною сонячною радіацією (D) називається радіація, що надходить на горизонтальну поверхню від усіх точок небосхилу, за виключенням диску

Сонця і навколосонячної зони радіусом 5° , у результаті розсіювання сонячної радіації молекулами атмосферних газів, водяними парами або льодяними кристалами хмар і твердими часточками, зваженими у атмосфері.

Хід роботи

Перевірте чи знаходиться стрілка приладу на нульовій позначці шкали, Для цього відокремте фотоелемент від вимірювача. У випадку необхідності за допомогою коректора встановіть стрілку приладу на нульову позначку шкали. Напроти натиснутої кнопки визначте вибране за допомогою насадок найбільше значення діапазонів вимірів. При натиснутій правій кнопці, найбільші значення діапазонів вимірів кратні 10. Для відліку використовуйте шкалу показників “0-100”. При натиснутій лівій кнопці, напроти якої нанесені найбільші значення діапазонів вимірів кратні 30, – шкалою “0-30”. Показники приладу в поділках за відповідною шкалою перемножте на коефіцієнт ослаблення, який залежить від насадок.

Наприклад, на фотоелементі встановлені насадки КР, натиснута ліва кнопка, стрілка показує 10 поділок за шкалою “0-30”. Вимірювана освітленість дорівнює $10 \cdot 100 = 1000 \text{ lx}$.

Для одержання правильних показників люксметра оберігайте селеновий фотоелемент від надлишкової освітленості, що не відповідає вибраним насадкам. Якщо величина освітлення, яке вимірюється, невідома, необхідно починати вимірювання з установки на фотоелемент насадок “К”, “Т”.

Таблиця 1.3 – Діапазони вимірювань люксметра Ю-116, лк

Основний без насадок, з відкритим фотоелементом	Неосновний з насадками		
	КМ	КР	КТ
5 - 30	50-300	500-3000	5000-30000
20 - 100	200-1000	2000-10000	20000-100000

Поводитися з фотоелементом і насадками необхідно як з оптичним приладом. По закінченні роботи від'єднайте фотоелемент від вимірювача люксметра; одягніть на фотоелемент насадку “Т”; покладіть прилад у футляр.

2.2. Дослідження температури як екологічного фактора

Всі прилади для вимірювання температури повітря необхідно встановлювати в термометричній (метеорологічній) будці (рис. 1.5), яка захищає від сонячної радіації, опадів, теплового випромінювання Землі, оточуючих предметів.

Конструкція будки забезпечує вільний повітрообмін. Будка встановлюється на металевій підставці висотою 175 см, що дозволяє поміщати резервуар термометрів на висоті 200 см. Термометри встановлюються у будці на металевому штативі. Строковий термометр закріплюється вертикально, максимальний - майже горизонтально: невеликим нахилом (5°) у бік резервуара, мінімальний строго горизонтально. Два останніх термометри

розміщуються резервуарами на схід. При температурі повітря нижче -20°C поруч з строковим термометром закріплюється спиртовий термометр. Ртуть замерзає при $-38,9^{\circ}\text{C}$, тому відлік температури нижче -36°C за ртутними термометрами не проводять. Для дистанційного вимірювання температури повітря використовують електричні термометри опору. Вимірювання температури ґрунту включає: вимірювання на оголеній поверхні ґрунту, а також па глибинах 5, 10, 15 та 20 см (у теплу пору року) і 20, 40, 80, 160, 240 та 320 см (протягом року). Для вимірювання температури повітряного, ґрунтового, водного середовища використовуються переважно рідинні (ртуть, спирт) термометри, деформаційні (біметал у термографах). Принцип дії термометра базується на властивості речовини змінювати об'єм залежно від температури.



Рис. 1.5 – Термометрична будка з термометром та гігрометром

Для вимірювання температури вище -35°C використовуються ртутні термометри (температура замерзання ртуті -38°C), а нижче -35°C – спиртові. Основним термометром для вимірювання температури повітря є ртутний психрометричний зі шкалами $-35^{\circ}\text{C} - +40^{\circ}\text{C}$, або $-35^{\circ}\text{C} - +55^{\circ}\text{C}$, ціна поділки $0,2^{\circ}\text{C}$.

Як додатковий до ртутного термометра служить спиртовий з ціною поділки $0,2^{\circ}\text{C}$ і шкалою від $-71^{\circ}\text{C} - +21^{\circ}\text{C}$ або від $-81^{\circ}\text{C} - +11^{\circ}\text{C}$. Використовувати спиртові термометри при температурі вище $+25^{\circ}\text{C}$ не рекомендується, оскільки спирт частково переходить у пароподібний стан. Для вимірювання температури ґрунту використовують термометр-щуп, що дозволяє робити заміри температури на різній глибині від поверхні. Одиниці виміру – градуси по Цельсію ($^{\circ}\text{C}$)

Перш ніж почати вимірювати температуру ґрунту або повітря необхідно добре вивчити правила відліку і ведення спостережень за допомогою термометрів. Під час відліку необхідно правильно оцінювати положення кінця стовпчика рідини (ртуті або спирту) в капілярі відносно шкали.

У ртутних термометрах (меніск випуклий) відлік ведуть на шкалі положення уявної дотичної до випуклої частини меніска. У спиртових (меніск увігнутий) відлічують положення уявної дотичної до увігнутої частини меніска.

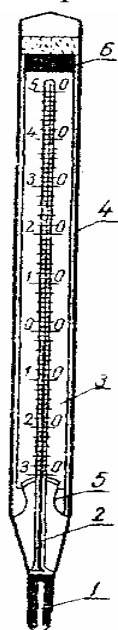
Температуру виміряйте з точністю до $0,1^{\circ}\text{C}$ не залежно від того, які поділки нанесені на шкалі. Відлік почніть з десятих часток, а потім визначте цілі градуси. Для цього зверніть увагу на ціну поділки шкали термометрів (для психрометричного $0,2^{\circ}\text{C}$, мінімального, максимального, щупа і витяжного -

0,5 °С). До отриманих результатів додайте поправки згідно зданими свідоцтва термометра (сертифіката).

При відліку не можна знімати термометри з місця!

2.2.1. Вимірювання температури повітря строковим термометром

Строковий термометр (рис. 1.6) призначений для визначення температури повітря в момент спостереження і складається з резервуара з ртуттю (1), до якого припаяна капілярна трубка (2), вільний кінець її запаяний.



Ртуть заповняє не тільки резервуар, а також частину капілярної трубки. У вільній частині капіляра повітря немає. Поряд із капілярною трубкою укріплена шкала (3) із молочного скла, на яку нанесені поділки.

Це звичайний ртутний термометр з циліндричним резервуаром і молочного кольору шкалою, ціна поділки якої становить 0,5 °С. Межі шкали: верхня від +50 до +60 °С, нижня - відповідно від -25 до -35 °С.

Шкала і капіляр вміщені в захисну скляну грубку. Циліндрична форма забезпечує найбільшу площу контакту і тим самим збільшує надійність показань термометрів. Показники цього термометра ш і мають у певні строки з точністю до 0,1 °С.

Рис. 1.6 – Строковий термометр

Хід роботи

Проведіть вимірювання температури повітря через кожні дві години. Результати занесіть до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

№ за/п	Година відліку	Показники термометра

Число, місяць _____ Підпис _____

2.2.2. Вимірювання температури повітря максимальним та мінімальним термометрами

Максимальний термометр використовують для вимірювання максимальної температури за проміжок часу між спостереженням (рис. 1.7). У максимального термометра в дно резервуара (1) упаяний скляний штифт (2), кінець якого входить у початок капіляра (3), де утворюється звуження.

Це ртутний термометр з циліндричним (інколи кулястим) резервуаром і

вставною шкалою, на якій поділки нанесено через 0,5 °С. Межі шкали: верхня від +51 до +71 °С, нижня – відповідно від –21 до –31 °С.

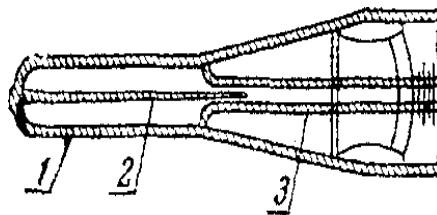


Рис. 1.7 – Максимальний термометр

Максимальне значення температури термометр зберігає завдяки тому, що в нижній частині капіляра за допомогою впаяного резервуара скляного стержня (штифта) створено кільцеподібне звуження.

При підвищенні температури ртуть у резервуарі розширюється і піднімається по капіляру, оскільки сили розширення ртуті більші, ніж сили тертя у місці звуження. Коли температура знижується, ртуть стискається (зменшується у об'ємі), але вона не може знову повернутися в резервуар через те, що сили молекулярного зчеплення значно менші, ніж сили тертя у місці звуження. Це приводить до розриву ртуті у місці звуження капіляра, і стовпчик її, який був у капілярі до початку зниження температури, залишиться на місці, показуючи найвищу температуру, яка спостерігалася з моменту попереднього строку спостереження.

Знявши показники максимального термометра з точністю до 0,1 °С, його необхідно підготувати до наступного відліку. Для цього термометр візьміть у руку і тримаючи резервуаром униз, кілька разів струсіть, щоб перегнати ртуть з капіляра у резервуар. Після струшування показники максимального термометра повинні бути близькими до показань строкового.

Хід роботи

Встановіть максимальний термометр з невеликим нахилом резервуару донизу. Проведіть вимірювання температури повітря через кожні дві години. Результати занесіть до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

№ п/п	Година відліку	Поправка	Показники термометра

Число, місяць _____ Підпис _____

Мінімальний термометр (рис. 1.8). Цей термометр спиртовий з вставною шкалою, яка має поділки через 0,5°С.

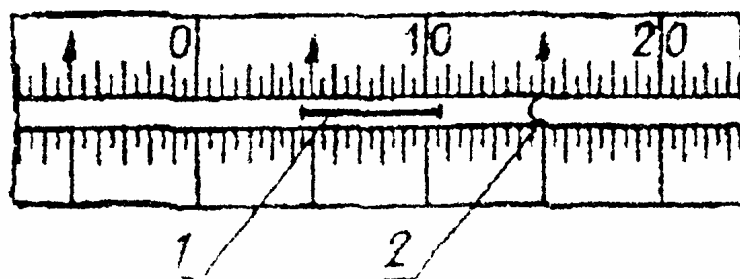


Рис. 1.8 – Мінімальний термометр

Межі шкали: верхня від $+21$ до $+30^{\circ}\text{C}$, нижня - відповідно від -41 до -75°C . У середині капіляра (у спирті) є штифтик, виготовлений з темного скла, який має вигляд невеликої витягнутої котушки.

При зниженні температури стовпчик спирту у капілярі зменшиться і разом з штифтиком почне переміщатися убік резервуара. Якщо температура залишиться незмінною або почне підвищуватися, рух штифтика припиняється.

Хід роботи

Встановіть мінімальний термометр горизонтально, так, щоб штифт доторкався поверхні спирту. Відрахуйте положення відносно шкали більш віддаленого від резервуара кінця штифтика.

Після зняття показників термометр необхідно підготувати до наступних спостережень. Для цього штифтик підведіть до меніска спирту, піднявши термометр резервуаром догори. Як тільки штифтик дійде до меніска спирту і зупиниться, термометр встановіть горизонтально на поверхні ґрунту.

Для перевірки роботи термометра при знятті показників мінімального термометра слід зробити відлік по штифтику (показує мінімальну температуру) і меніску спирту (показує температуру в момент спостереження).

Проведіть вимірювання температури повітря через кожні дві години. Внесіть поправки в знайдені відліки і складіть таблицю 1.6 кінцевих результатів на основі перевірочних свідоцтв.

Таблиця 1.6.

№ п/п	Година відліку	Поправка	Показники термометра

Число, місяць _____

Підпис _____

2.3. Дослідження вологості як екологічного фактора

Під вологістю повітря розуміють наявність водяної пари у повітрі. Повітря, що містить водяну пару, називають вологим, а те, що не містить – сухим. Основними характеристиками вологості повітря є:

Абсолютна вологість повітря α - кількість водяної пари у грамах, що знаходиться в 1 м^3 повітря (г/м^3):

$$A = \frac{1,06 \cdot e}{1 + \alpha \cdot t},$$

де e - насиченість водяної пари у мм рт. ст.;

$$\alpha = \frac{81 \cdot e}{1 + \alpha \cdot t},$$

де e - насиченість водяної пари у Паскалях (Па);

t – покази сухого термометра в $^{\circ}\text{C}$; α - коефіцієнт розширення газу ($1/273$).

Насиченість водяної пари (e) (парціальний тиск) - тиск, який матиме водяна пара, котра знаходиться у газовій суміші, якщо б вона займала об'єм, котрий дорівнює об'єму суміші при тій же температурі:

$$e = E - A(t_c - t_{зм}) \cdot P_a,$$

де E – максимальна насиченість водяної пари, яка відповідає температурі змоченого термометра;

$A=6,62 \cdot 10^{-4}\text{K} - 1$ (K – психрометричний коефіцієнт);

t_c – температура сухого термометра;

$t_{зм}$ – температура змоченого термометра;

P_a – атмосферний тиск (в мм рт. ст. або Па).

Максимальна насиченість водяної пари (E) – граничне значення тиску, яке відповідає рівновазі між парою і водою, тобто насиченому стану пари (мм рт. ст. або Па).

Відносна вологість повітря (f) відношення насиченої водяної пари (e) до максимальної насиченості (E) за цієї температури:

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\%.$$

Дефіцит вологості (d) – різниця між максимальною насиченістю і фактичною насиченістю e при даній температурі:

$$d=E-e.$$

Для вимірювання вологості повітря психрометричним методом користуються станційним і аспіраційним психрометрами, а гігрометричним –

гігрометрами. Для неперервної реєстрації вологості повітря застосовуються гігрографи.

2.3.1. Визначення вологості повітря за допомогою психрометра Августа

Принцип роботи психрометрів побудований на залежності різниці температур сухого і змоченого термометрів від вологості навколишнього повітря. Психрометр складається з двох однакових ртутних термометрів, закріплених у спеціальній оправі й аспіраційній головці. Резервуар одного з термометрів обмотаний батистом, саме цей термометр є змоченим.

Оправа – це трубка, що роздвоюється донизу, та захисні планки. До нижньої роздвоєної частини трубки за допомогою пластмасових втулок закріплені два патрубки, які є радіаційним захистом резервуарів термометрів.

Психрометр Августа (рис. 1.9) складається з двох однакових психрометричних термометрів, розміщених поруч на штативі в психрометричній будці. Лівий термометр (1) прийнято називати сухим, правий (2) – змоченим. Резервуар змоченого термометра щільно обгорнутий батистом, нижній кінець якого поміщений в стаканчик з дистильованою водою. Верхній край стаканчика встановлюється на відстані 2–3 см від резервуара термометра.

Батист на термометрі повинен бути добре змочений водою до кільцевого обідка (верхня частина резервуара).

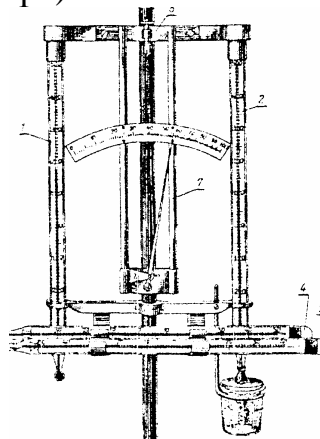


Рис. 1.9 – Психрометр Августа

Психрометр використовується при температурах повітря нижче -10°C . При температурі нижче 0°C батист обрізують на 2–3 мм нижче резервуара термометра. Змочують батист за 30 хвилин до знаття показників водою кімнатної температури, стаканчик забирають після того, як температура змоченого стаканчика термометра підвищиться на $2-3^{\circ}\text{C}$ вище 0°C : це значить, що лід на батисті розтопився.

Розрахунки величин вологості повітря проводяться за показниками сухого і змоченого термометрів. З поверхні резервуара змоченого термометра відбувається випаровування, яке залежить від вологості навколишнього повітря. Чим сухіше повітря, тим інтенсивніше випаровування і тим нижчі показники сухого і змоченого термометра.

Для визначення вологості за показами сухого і змоченого термометрів використовують психрометричні таблиці.

Хід роботи

Встановіть психрометр Августа так, щоб уникнути теплових випромінювань та коливань повітря (це може впливати на точність вимірювання). Покази приладу реєструйте кожні 10-15хв. Визначте *абсолютну вологість* (A) за формулою:

$$A = E a \cdot (t_1 - t_2) \cdot B,$$

де E – максимальна пружність водяної пари при температурі вологого термометра, мм. рт. ст., визначається згідно таблиці 11;

a – психрометричний коефіцієнт, який становить 0,00074 для атмосфери та 0,0011 для закритих приміщень;

t_1 – температура сухого термометра, °C;

t_2 – температура вологого термометра, °C;

B – барометричний тиск, мм. рт. ст.

Відносну вологість (%) визначте за формулою:

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

A – абсолютна вологість, мм.рт.ст.; E – максимальна пружність водяної пари.

2.3.2. Визначення вологості повітря за допомогою волосяного та мембранного гігromетра

Принцип дії волосяного гігromетра (рис.1.10) ґрунтується на здатності знежиреної людської волосини (1) змінювати свою довжину залежно від зміни вологості повітря. Приймальною частиною його є людська знежирена волосина (довжиною 27 см), натягнута на металеву рамку (2). Верхній кінець волосини закріплено на гвинті (3), за допомогою якого регулюється натяг волосини на рамі. Другий кінець волосини обгорнуто і закріплено на маленькому блоці, насадженому па вісь. На цьому ж блоці на невеличкому штифті закріплено тягарець, який натягує волосину Коли вологість повітря зростає, волосина стає довшою і тягарець, обертаючи блок за годинниковою стрілкою, опускається вниз. Якщо вологість зменшується, волосина скорочується і, обертаючи блок у зворотний бік, піднімає тягарець угору На блоці закріплено стрілку 4, положення якої в кожний момент часу можна відлічувати на шкалі 5, прикріпленій на металевій рамці проти кінця стрілки. Стрілку можна переміщувати по шкалі за допомогою гвинта-регулятора.

Конструкція мембранного гігromетра принципово не відрізняється від волосяного, тільки приймачем вологості повітря слугує мембрана. Мембрана виготовляється зі спеціально обробленої гігроскопічної органічної плівки з жорстким центром, який служить для з'єднання її з механізмом пристрою Зміни

прогину мембрани залежно від вологості повітря через передаточну систему передаються стрілці.

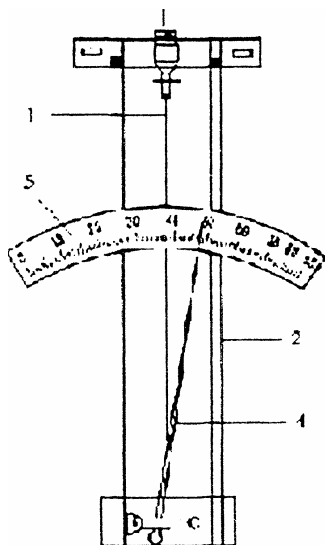


Рис. 1.10 – Волосяний гігрометр

Хід роботи

Прикріпіть волосяний гігрометр до штативу психрометричної будки, поруч з термометрами станційного психромера. Гігрометр однаково добре працює як при позитивній, так і при низькій від'ємній температурі повітря. Взимку, коли температура повітря нижча -10°C , гігрометр є практично єдиним приладом для вимірювання вологості повітря. До цього проведіть його перевірку, провівши паралельні спостереження за гігрометром і станційним психрометром.

Визначення відносної вологості повітря за допомогою пірометра зводиться до простого відліку на його шкалі положення стрілки з точністю до 1%. Для контролю роботи приладу після кожного відліку стрілку відведіть трохи вліво. Якщо вона після цього знову повернеться в початкове положення, прилад працює нормально.

2.4. Визначення швидкості вітру меншої за 1 м/с за допомогою кататермометра Хілла

Швидкість вітру, меншу за 1 м/с, можна виміряти за допомогою кататермометра. **Кататермометр Хілла** (рис. 1.11) складається із спиртового термометра з циліндричним резервуаром, довжиною 4 см, який має /цю у вигляді півкулі 1,6 см у діаметрі і з поверхнею $22,6\text{ см}^2$. Шкала термометра розділена на градуси від 35 до 38°C . Верхній кінець капіляру закінчується розширенням для надлишку спирту, що вганяється при нагріванні. На стержні кожного приладу є відмітка, позначена буквою Р, так званий фактор приладу. Він показує число мілікалорій, яке втрачається одним квадратним сантиметром поверхні кататермометру при його охолодженні від 38 до 35°C .



Рис. 1.11 – Кататермометр Хілла

Хід роботи

Резервуар кататермометра опустіть для нагрівання у гарячу воду, нагріту до 60–70°C (але не вище 80°C), тримайте у вертикальному положенні до тих пір, поки спирт не заповнить верхню камеру на половину її об'єму.

При швидкому нагріванні спирт дуже швидко підніметься догори і термометр не встигне достатньо прогрітися, що викличе помилку при підрахунку швидкості охолодження. Для уникнення цього не беріть дуже гарячу воду, крім того спершу необхідно нагріти кататермометр, дати йому охолотитися, а вже потім нагрівати для самого вимірювання.

Після того як прилад нагрітий і спирт заповнив половину верхнього резервуару, кататермометр вийміть з води, швидко витріть до суха резервуар і закріпіть непорушно у місці спостереження. Не можна вільно підвішувати прилад, оскільки його гойдання підсилює охолодження. Коли внаслідок охолодження спирт почне опускатися, виміряйте за секундоміром час, протягом якого спирт опуститься від 38 до 35°C. Вимірювання повторіть 2-3 рази.

Для отримання величини охолодження (Н) у мккал/с з одного см² поверхні резервуару кататермометра величину фактору приладу поділіть на число секунд, протягом яких відбулося охолодження від 38 до 35° С.

Тепер визначте показник О – різницю між середньою температурою кататермометра (36,5 °С) і температурою навколишнього середовища у момент вимірювання. Поділіть величину Н на величину О і за таблицею 1.7 знайдіть швидкість вітру в м/с.

Таблиця 1.7 – Відповідність між співвідношенням Н/О кататермометра та швидкістю вітру

Н/О	Швидкість вітру, м/с	Н/О	Швидкість вітру, м/с
0,28	0,040	0,44	0,360
0,29	0,051	0,45	0,391
0,30	0,063	0,46	0,423
0,31	0,076	0,47	0,456
0,32	0,090	0,48	0,490
0,33	0,106	0,49	0,526
0,34	0,122	0,50	0,563
0,35	0,141	0,51	0,601
0,36	0,160	0,52	0,640
0,37	0,181	0,53	0,681
0,38	0,203	0,54	0,723
0,39	0,226	0,55	0,766
0,40	0,250	0,56	0,810
0,41	0,276	0,57	0,856
0,42	0,303	0,58	0,903
0,43	0,331	0,59	0,951
		0,60	1,000

2.5. Визначення напрямку та швидкості вітру за допомогою флюгера, анеморумбометра та ручного анемометра

Основні прилади для вимірювання напрямку й швидкості вітру – *флюгер, анеморумбометр і ручний анемометр*.

Флюгер (рис.1.12) найбільш поширений прилад для вимірювання напрямку й швидкості вітру. Показником напрямку вітру у флюгера служить дволопатева флюгерка (1) з протизагою (2) і вісім штифтів (3). Довгі штифти відповідають Пн., Пд., Зх., Сх. напрямкам, короткі - ПнЗх, ПнСх, ПдЗх, ПдСх. Штифт, позначений буквами Пн., повинен бути установлений строго на Пн.

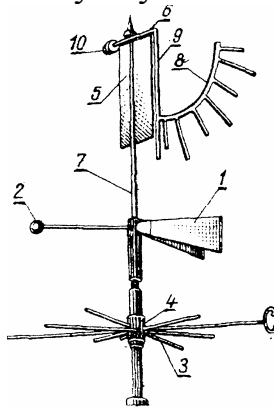


Рис. 1.12 – Флюгер

Під дією вітрів різних напрямків флюгерка обертається, напрямок вітру визначають за положенням протизаги флюгерки відносно штифтів. Показчик швидкості вітру складається з металевої дошки (5) розміром (15 x 30 см), яка вільно обертається на осі (6), і з восьми штифтів на дузі (8). Для зручності відлік парні штифти, починаючи з прямовисного, зробіть довгими, непарні - короткими.

Хід роботи

Визначте *швидкість вітру* за величиною кута відхилення дошки відносно вертикального стержня (9), користуючись таблицею 3.

Розрізняють флюгери з легкою (200 г) і з важкою (800 г) дошками, якими вимірюють швидкість вітру відповідно до 20 і 40 м/с. При установці флюгера пам'ятайте, що площа дошки повинна бути строго перпендикулярна протизазі флюгерки.

При визначенні *напрямку вітру* спостерігач стоїть під показником напрямку вітру і позначає середнє положення протизаги флюгерки за 2 хв. Для визначення швидкості вітру необхідно добре бачити дошку і дугу зі штифтами. Швидкість вітру визначте за середнім положенням дошки за 2 хв, при сильному вітрові запишіть середнє і верхнє положення дошки, куди вона доходить протягом 2 хв.

Анеморумбометр – дистанційний прилад, який служить для вимірювання швидкості вітру, *усередненої* за 10-хвилинний інтервал, максимальної миттєвої швидкості вітру між періодами спостерігання і напрямками вітру (рис. 1.13).

Принцип дії анеморумбометра базується на перетворенні напрямку і швидкості вітру в електричні величини.



Рис. 1.13 – Анеморумбометр М63М-1

Таблиця 1.8 – Визначення швидкості вітру за положенням дошки флюгерки

Положення дошки	Швидкість вітру, м/с	
	легка дошка	важка дошка
Штифт 0	0	0
Між штифтами 0 і 1	1	2
Штифт 1	2	4
Між штифтами 1 і 2	3	6
Штифт 2	4	8
і т. д.		

Датчик на анеморумбометрі складається з оптичного цигаркоподібного корпусу, який обертається навколо вертикального нерухомого стояка. На кінці корпусу знаходиться флюгерка, а на початку – гвинт із лопатями з горизонтальною площиною обертання. Вимірювальний пульт – настільний прилад із показчиками миттєвої, середньої швидкості й напрямку вітру.

Важливе значення для вивчення особливостей загальної циркуляції повітряних мас має оцінка повторюваності вітрів. Для цього використовують так звану розу вітрів рис. 1.14. Вона являє собою зображені графічно дані про повторюваність вітрів у конкретній місцевості за певний час. У разі її застосування напрям впр, який панує або впливає на конкретний об'єкт, слід визначати тим румбом горизонту, звідки дме вітер.

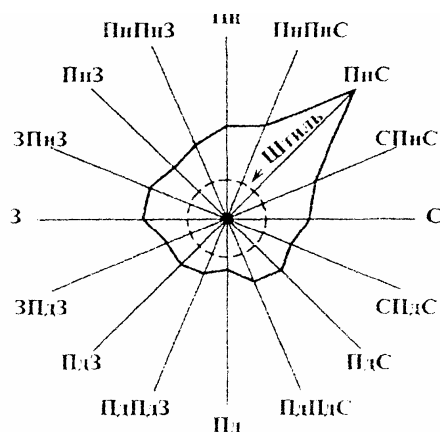


Рис. 1.14 – Роза вітрів

Контрольні запитання

1. У яких одиницях виражається енергія випромінювання та освітленість?
2. За допомогою яких приладів можна виміряти сумарну та розсіяну сонячну радіацію?
3. Як виміряти інтенсивність освітлення за допомогою люксметра Ю-116?
4. Яке призначення строкового, максимального та мінімального термометрів?
5. Який прилад використовується для неперервної реєстрації температури? Який принцип його роботи?
6. Які Вам відомі марки психрометрів? Чим вони відрізняються? Чим відрізняються психрометри від гігрометрів?
7. Які Вам відомі типи гігрометрів?
8. Які прилади використовуються для неперервної реєстрації вологості повітря? Принцип їх роботи.
9. Які прилади використовуються для вимірювання кількості опадів? Який із них дозволяє здійснювати неперервну реєстрацію опадів?
10. Якими приладами можна виміряти швидкість вітру більшу за 1 м/с і меншу за 1м/с?
11. Які показники можна одержати за допомогою персонального навігатора GPS-12?
12. Які кнопки переключають сторінки персонального навігатора?
13. Які сторінки візуалізуються в персональному навігаторі?
14. Яке устаткування необхідне для облаштування майданчика для проведення стаціонарних спостережень за станом певної екологічної системи?

Лабораторна робота № 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ

Мета роботи: Вивчити терміни і визначення. Ознайомитися з приладами для виміру шуму. Дослідити шумове забруднення території. Оцінити результати вимірів.

Терміни та визначення

Термінологія прийнята відповідно до ГОСТ 12.1.003-83.

Шум – одна із форм хвильового (фізичного) забруднення довкілля, адаптація організмів до якого практично неможлива.

Постійний шум – шум, рівень звуку якого змінюється в часі не більше ніж на 5 дБА при вимірюванні за тимчасовою характеристикою “повільно” шумоміра за ГОСТ 17187-81.

Непостійний шум – шум, рівень звуку якого змінюється в часі більше ніж на 5 дБА при вимірах за тимчасовою характеристикою “повільно” шумоміра за ГОСТ 17187-81.

Коливальний шум – непостійний шум, рівень звуку якого безупинно змінюється в часі.

Переривчастий шум – непостійний шум, рівень звуку якого періодично різко падає до рівня фонового шуму, причому тривалість інтервалів, протягом

яких рівень звуку залишається постійним і перевищуючим рівень фонового шуму, складає і с і більше.

Імпульсний шум – непостійний шум, що складається з одного чи декількох звукових імпульсів, кожен тривалістю менш 1 с; при цьому рівні звуку (дБА), обмірювані при включенні тимчасових характеристик “повільно” і “імпульс” шумоміра за ДСТ 171 87-81, відрізняються не менш ніж на 7 дБА.

Еквівалентний (за енергією) рівень звуку $L_{Аекв}$, дБА – величина, яка визначається за формулами (1-3).

$$L_{Аекв} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_m} \int_0^T \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right) dt \right], \quad (1)$$

де $P_A(t)$ – звуковий тиск, що змінюється в часі, вимірюється при включенні частотної характеристики "А" вимірювальної апаратури, Па;

P_0 – граничне значення звукового тиску, яке дорівнює $2 \cdot 10^5$ Па;

T_m – тривалість виміру шуму, хв.

$$L_{Аекв} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1 L_{At}} \right], \quad (2)$$

де L_{At} – вимірювані рівні звуку, дБА;

N – загальна кількість вимірів рівнів звуку

$$L_{Аекв} = 10 \lg \left[\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n f_i \cdot 10^{0,1 L_{Li}} \right], \quad (3)$$

де L_{At} – середній рівень звуку в i -му інтервалі рівнів звуку, дБА;

f_i – частка кількості вимірів в i -му інтервалі рівнів звуку від загальної кількості вимірів, %;

η – кількість інтервалів рівнів звуку.

Ширина інтервалу рівнів звуку повинна бути менше чи дорівнювати 5 дБА.

Середній рівень звуку L_i в i -му інтервалі рівнів звуку визначається за формулою

$$L_i = \frac{L_H - L_B}{2} \quad L_{At}, \quad (4)$$

де L_h - нижня межа інтервалу рівнів звуку, дБА;

L – верхня межа інтервалу рівнів звуку, дБА.

Еквівалентний (за енергією) рівень звуку $L_{Аекв}$ за час оцінки шуму T – величина, яка визначається за формулою:

$$L_{АеквTmj} = 10 \lg \left[\frac{1}{\sum 100} \sum_{i=1}^n f_i \cdot 10^{0,1 L_{Li}} \right], \quad (5)$$

де $L_{АеквTmj}$ - еквівалентний (за енергією) рівень звуку кожного виміру шуму за час оцінки шуму T , дБА;

T_m – тривалість кожного виміру шуму, хв.; k – кількість вимірів шуму за час оцінки шуму T .

Постійний шум варто оцінювати рівнем звуку (дБА). Допускається доповнювати оцінку постійного шуму рівнями звукового тиску (дБ) в октавних смугах зі середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц (октавними рівнями звукового тиску).

Непостійний (коливальний у часі, переривчастий та імпульсний) **шум** необхідно оцінювати еквівалентним рівнем звуку L_{Aeq} , (дБА).

Непостійний шум на селітебній території, а також шум у приміщеннях житлових і громадських будинків від джерел шуму, що знаходяться в будинках (наприклад, інженерного, санітарно-технічного устаткування і т.д.), варто додатково оцінювати максимальним рівнем звуку L_{max} , (дБА).

Умови виміру шуму

Час оцінки шуму (T) на селітебній території потрібно вимірювати вдень - протягом 8 год., уночі - безупинно протягом 0,5 год. (у найбільш гучні періоди).

Тривалість виміру шуму T_m треба встановлювати в залежності від характеру шуму.

Тривалість виміру **постійного шуму** має складати не менш 3 хв. У кожній точці необхідно провести не менше 3 вимірів рівнів звуку (октавних рівнів звукового тиску).

Вимір **непостійного шуму** доречніше проводити в періоди часу оцінки шуму T що охоплюють усі типові зміни шумового режиму в місці оцінки. Тривалість кожного виміру непостійного шуму T_m у кожній точці повинна складати не менше 30 хв.

Вимір **переривчастого шуму**, рівні звуку якого залишаються постійними в інтервалах тривалістю 30 хв. і більше, необхідно проводити протягом повного циклу характерної дії переривчастого шуму в денний чи нічний час.

Відлік рівнів **переривчастого шуму**, рівні звуку якого залишаються постійними в інтервалах тривалістю менше 0,5 хв., а також коливного в часі й імпульсного шуму потрібно проводити з інтервалами від 5 до 6 с. У кожній точці за період виміру шуму T_m повинно бути зроблено 360 вимірювань рівнів звуку

Відлік рівнів переривчастого шуму, рівні звуку якого залишаються постійними в інтервалах тривалістю 0,5 хв. і більше, варто робити в кожному з цих інтервалів, а також у паузах між ними.

Тривалість інтервалів, протягом яких рівні звуку переривчастого шуму залишаються постійними, і пауз між ними доцільно хронометрувати з точністю до 0,1 хв.

Вимір шуму на селітебній території варто проводити на майданчиках відпочинку мікрорайонів і груп житлових будинків, дитячих дошкільних установ і ділянках шкіл, територіях лікарень і санаторіїв – не менш ніж у трьох гонках, розташованих на найближчій до джерела шуму межі майданчиків (поза звуковою тінню) на висоті 1,2 – 1,5 м від рівня їх поверхні; на території, що безпосередньо прилягає до житлових будинків, лікарень, санаторіїв, дитячих дошкільних установ і шкіл - не менше ніж у трьох точках, розташованих на

відстані 2 м від огорожених конструкцій будинків, на висоті 1,2 – 1,5 м від рівня поверхні території і, при необхідності, на рівні середини вікон. Вікна будинків у цьому випадку повинні бути зачинені.

У випадку, коли джерела шуму знаходяться в приміщенні (наприклад, промислового цеху), квартирки, фрамуги й інші вентиляційні прорізи цього приміщення при вимірі шуму на селітебній території мають бути відчинені, якщо це передбачається умовами експлуатації. При проведенні виміру шуму апаратура не повинна піддаватися впливу вібрації, магнітних і електричних полів, радіоактивного випромінювання й інших несприятливих факторів, які впливають на результати виміру.

Вимір шуму на селітебній території не слід проводити під час випадання атмосферних опадів і при швидкості вітру більше 5 м/с. При швидкості вітру понад 1 до 5 м/с застосовуйте екран для захисту вимірювального мікрофона від вітру.

Прилади для виміру шуму

Вимірювання *рівнів звуку* слід проводити шумомірами, комбінованими вимірювальними системами або автоматичними пристроями, які відповідають класам точності 0; 1 або 2 згідно з ГОСТ 17187-81; вимірювання *октавних рівнів звукового тиску* – шумомірами 0; 1 або 2 класів точності (ГОСТ 17187-81), з октавними смуговими фільтрами (ГОСТ 17168-82) або комбінованими вимірювальними системами відповідного класу точності.

У таблиці 2.1 наводяться сучасні моделі шумомірів та їх технічні характеристики.

Таблиця 2.1 – Прилади для вимірювання шумових рівнів (шумоміри)

Модель приладу	Октава 101А	DSP 80	SVAN 943	Медіатор-2238
Технічні характеристики				
Режим вимірів	Звук	Звук	Звук, аналізатор, дозиметр	Звук
Діапазон вимірів	22–145 дБА	40–140 дБА	шум. 29 дБА–133 дБА доз. 50 дБА –140 дБА	26 дБ – 40 дБ
Частотний діапазон	1 Гц – 20 кГц		20 Гц – 11 КГц	8 Гц – 16 кГц
Клас точності	1	1	2	1
Живлення	Акумулятор (7 год.) блок живлення	аккумулятор (6 год.)	аккумулятор, блок живлення	аккумулятор, блок живлення
Пам'ять	255 записів		3 МБ (флеш тип)	2 МБ
Габарити, мм	–	205x75x25	135x80x38	–
Вага, г	700	252	500	–

Апаратура, призначена для виміру шуму, повинна мати діюче посвідчення про державну чи відомчу перевірку. Калібрування апаратури необхідно проводити до і після проведення виміру шуму відповідно до заводських інструкцій з експлуатації приладів. Надійніші такі способи калібрування, при яких проводиться перевірка всієї вимірювальної системи з вимірювальним мікрофоном.

Хід роботи

Направте вимірювальний мікрофон у бік основного джерела шуму і виставте його не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимір. Перемикач частотної характеристики вимірювальної апаратури при проведенні виміру рівнів звуку встановіть у положення “А”, а при проведенні виміру октавних рівнів звукового тиску - відповідно до інструкцій до цих приладів. Перемикач тимчасової характеристики вимірювальної апаратури встановіть у положенні “повільно” при вимірі постійного і переривчастого шуму, в положення “швидко” при вимірі коливного в часі шуму й у положення “імпульс” при вимірі імпульсного шуму. Значення рівнів звуку (октавних рівнів звукового тиску) постійного і переривчастого шуму фіксуйте за середніми показниками при коливанні стрілки приладу. Значення рівнів звуку коливного в часі й імпульсного шумів знімайте за показниками стрілки приладу в момент відліку. Значення рівнів звуку (октавних рівнів звукового тиску) зчитуйте зі шкали приладу з точністю до 1 дБА (дБ).

Опрацювання результатів виміру

Результат виміру шуму відповідає 1-му класу точності у випадку, якщо вимір проводився за допомогою шумомірів 0 чи 1 -го класів точності зі смуговими фільтрами 1 і 2-го класів точності і не застосовувався візуальний відлік при вимірі непостійного шуму.

Результат виміру шуму відповідає 2-му класу точності у випадку, якщо вимірювання проводилося за допомогою шумомірів 2-го класу точності зі смуговими фільтрами 3-го класу точності й застосовувався візуальний відлік при вимірі непостійного шуму.

Середнє значення рівнів звуку (октавних рівнів звукового тиску) **постійного шуму** в кожній точці визначте відповідно до протоколу:

1. Місце проведення вимірів_____.
2. Дата та час проведення вимірів_____.
3. Апаратура_____.
4. Характеристики території_____.
5. Основні джерела шуму та характер шуму, який створюється ними на території_____.
6. Схема розміщення джерел шуму та точок вимірів_____.

7. Виміряні та середні значення рівнів звуку (октавних рівнів звукового тиску) постійних шумів занести до **форми 1**; переривчастих шумів, рівні звуку яких залишаються постійними в інтервалах тривалістю 0,5 хв і більше – до

форми 2; коливних у часі імпульсних і переривчастих шумів, рівні звуку яких залишаються постійними в інтервалах тривалістю менше ніж 0,5хв – до **форми 3. Еквівалентні рівні звуку переривчастого шуму**, рівні звуку якого (обмірювані шумоміром) залишаються постійними в інтервалах тривалістю **менше ніж 0,5 хв**, а також змінного в часі й імпульсного шуму в кожній точці визначають відповідно до наведеного нижче алгоритму.

Рівні звуку, що вимірюються (форма 3) поділіть за інтервалами відповідно до графі 1 форми 4. Підрахуйте кількість вимірів рівнів звуку в кожному інтервалі.

Результати зазначених операцій занесіть (оцінками і цифрами) у графі 2 і 3 форми 4.

Визначте часткові індекси за таблицею 2.2 залежно від інтервалу і кількості вимірів у цьому інтервалі рівнів звуку, і їхні значення занесіть у графу 4 форми 4.

Обчисліть сумарний індекс, складаючи отримані часткові індекси.

Визначте величину L_A (дБА) за таблицею 2.3 залежно від значення отриманого сумарного індексу.

Еквівалентний рівень звуку $L_{Aекв}$ (дБА) обчисліть за формулою

$$L_{Aекв} = \Delta L_{Ai} + 10.$$

Еквівалентні рівні звуку переривчастого шуму, рівні звуку якого (обмірювані шумоміром) залишаються постійними в інтервалах **тривалістю 0,5 хв і більше**. У кожній точці проведіть у такій послідовності:

Місце проведення вимірів _____

Дата та час проведення вимірів _____

Номери точок вимірів	Номери замірів	Рівні звуку, дБА	Середні значення рівнів звуку L_{Aii} , дБА	Рівні звукового тиску L , дБ, в октавних смугах частот зі середньгеометричними частотами, Гц								Середні значення рівнів звукового тиску L_A , дБ, в октавних смугах частот зі середньгеометричними частотами, Гц							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	03	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

27

Місце проведення вимірів _____

Дата та час проведення вимірів _____

Номер точки вимірів _____

Номер точок вимірів	Рівні звуку L_{Ai} , дБА	Тривалість інтервалів дії переривчастого шуму, а також пауз t_i , хв.	Поправки ΔL_{Ai} , дБА	Скоректовані рівні звуку $(L_{Ai} + \Delta L_{Ai})$, дБА	Еквівалентні рівні звуку $L_{Aекв}$, дБА	Максимальні рівні звуку L_{Amax} , дБА
1	2	3	4	5	6	7

Місце проведення вимірів _____

Лата та час проведення вимірів _____

Помер точки вимірів _____

	Рівні звуку L_A дБА															
1																
2																
-																
-																
20																

8. Розраховані або еквівалентні рівні звуку (для непостійних шумів) –
форма 4

Інтервали рівнів звуку, дБА	Відмітки вимірів рівнів звуку в інтервалах	Кількість вимірів рівнів звуку в інтервалах	Часткові індекси
Від 13 до 17			
" 18 " 22			
" 23 " 27			
" 28 " 32			
" 33 " 37			
" 38 " 42			
" 43 " 47			
" 48 " 52			
" 53 " 57			
" 58 " 62			
" 63 " 67			
" 68 " 72			
" 73 " 77			
" 78 " 82			
" 83 " 87			
" 88 " 92			
" 93 " 97			
" 98 " 102			
" 103 " 107			
" 108 " 112			

Сумарний індекс _____

Еквівалентний рівень звуку, дБА _____

9. Назва організації, яка проводила вимірювання _____

10. Посади та прізвища осіб, які проводили виміри _____

Визначте ΔL_{Ai} (дБА) для значень вимірювальних рівнів звуку L_{Ai} , дБА, (графа 2 форми 2) для переривчастого шуму, рівні звуку якого залишаються постійними в інтервалах від 0,5 до 29,5 хв за таблицею 2.4.

Для переривчастого шуму, рівні звуку якого залишаються постійними в інтервалах, що дорівнюють 30 хв і більше, величину ΔL_{Ai} (дБА) розрахуйте за формулою, в залежності від тривалості цих інтервалів, а також пауз між ними t_i (хв) (див. графу 3 форми 2).

Таблиця 2.2 – Часткові індекси для різних інтервалів рівнів звуку

Кількість відліків рівнів звуку в інтервалі	Інтервали рівнів звуку, дБА									
	13-17	18-22	23-27	28-32	33-37	38-42	43-47	48-52	53-57	58-62
	Часткові індекси									
1	0	0	0	0	1	3	9	28	89	280
2	0	0	0	1	2	6	18	56	177	560
3	0	0	0	1	3	8	26	83	262	830
4	0	0	0	1	4	11	35	111	351	1110
5	0	0	0	1	4	14	44	139	440	1390
6	0	0	1	2	5	17	53	167	528	1670
7	0	0	1	:	6	19	61	194	613	1940
8	0	0	1	2	7	22	70	222	702	2220
9	0	0	1	3	8	25	79	250	791	2500
10	0	0	1	3	9	28	88	278	874	2780
11–12	0	0	1	3	11	33	105	333	1050	3330
13–14	0	0	1	4	12	39	123	389	1230	3890
15–16	0	0	1	4	14	44	140	444	1400	4440
17–18	0	1	2	5	16	50	158	500	1580	5000
19–20	0	1	2	6	18	56	176	556	1760	5560
21–23	0	1	2	6	20	64	202	639	2020	6390
24–26	0	1	2	7	23	72	228	722	2280	7220
27–30	0	1	3	8	26	83	263	833	2630	8330
31–34	0	1	3	9	30	94	298	944	2980	9440
35–39	0	1	3	11	34	108	342	1080	3420	10800
40–44	0	1	4	12	39	122	386	1220	3860	12200
45–49	0	1	4	14	43	136	430	1360	4300	13600
50–56	1	2	5	16	49	156	492	1560	4920	15600
57–63	1	2	6	18	55	175	553	1750	5530	17500
64–70	1	2	6	19	62	144	615	1940	6150	19400
71–80	1	2	7	22	70	222	703	2220	7030	22200
81–90	1	3	8	25	79	250	791	2500	7910	25000
91–100	1	3	9	2,4	88	278	878	2780	8780	27800
101–115	1	3	10	32	101	319	1010	3190	10100	31900
116–130	1	4	11	36	114	361	1140	3610	11400	36100
131–150	1	4	13	42	132	417	1320	4170	13200	41700
151–170	2	5	15	47	149	472	1490	4720	14900	47200
171–190	2	5	17	53	167	528	1670	5280	16700	52800
191–220	2	6	19	61	193	611	1930	6110	19300	61100
221–250	2	7	22	69	220	694	2200	6940	22000	69400
251–280	3	8	25	78	246	778	2460	7780	24600	77800
281–320	3	9	28	89	281	889	2810	8890	28100	88900
321–360	3	10	32	100	316	1000	3160	10000	31600	100000

Кількість відліків рівнів звуку в інтервалі	Інтервали рівнів звуку, дБА					
	63–67	68–72	73–77	78–82	83–87	88–92
	Часткові індекси					
1	885	2800	8850	28000	88500	280000
2	1770	5600	17700	56000	177000	560000
3	2620	8300	26200	83000	262000	830000
4	3510	11100	35100	111000	351000	1110000
5	440(1	13900	44000	139000	440000	1390000
6	5280	16700	52800	167000	528000	1670000
7	6130	19400	61300	194000	613000	1940000
8	7020	22200	70200	222000	702000	2220000
9	7910	25000	79100	250000	791000	2500000
10	8790	27800	87900	278000	879000	2780000
11-12	10500	33300	105000	333000	1050000	3330000
13-14	12300	38900	123000	389000	1230000	3890000
15-16	14000	44400	140000	444000	1400000	4440000
17-18	15800	50000	158000	500000	1580000	5000000
19-20	17600	55600	176000	556000	1760000	5560000
21-23	20200	63900	202000	639000	2020000	6390000
24-26	22800	72200	228000	722000	2280000	7220000
27-30	26300	83300	263000	833000	2630000	8330000
31-34	29800	94400	298000	944000	2980000	9440000
35-39	34200	108000	342000	1080000	3420000	10800000
40-44	38600	122000	386000	1220000	3860000	12200000
45-49	43000	136000	430000	1360000	4300000	13600000
50-56	49200	156000	492000	1560000	4920000	15600000
57-63	55300	175000	553000	1750000	5530000	17500000
64-70	61500	194000	615000	1940000	6150000	19400000
71-80	70300	222000	703000	2220000	7030000	22200000
81-90	79100	250000	791000	2500000	7910000	25000000
91-100	87800	278000	878000	2780000	8780000	27800000
101-115	101000	319000	1010000	3190000	10100000	319000000
116-130	114000	361000	1140000	3610000	11400000	361000000
131-150	132000	417000	1320000	4170000	13200000	417000000
151-170	144000	472000	1490000	4720000	14900000	472000000
171-190	167000	528000	1670000	5280000	16700000	528000000
191-220	193000	611000	1930000	6110000	19300000	611000000
221-250	220000	694000	2200000	6940000	22000000	694000000
251-280	246000	778000	2460000	7780000	24600000	778000000
281-320	281000	889000	2810000	8890000	28100000	889000000
321-360	316000	1000000	3160000	1000000000	3160000000	1000000000

Кількість відліків рівнів звуку в інтервалі	Інтервали рівнів звуку, дБА			
	93– 97	98–102	103–107	108–112
	Часткові індекси			
1	8850000	2800000	8850000	28000000
2	1770000	5600000	17700000	56000000
3	2620000	8300000	26200000	83000000
4	3510000	11100000	35100000	111000000
5	4400000	13900000	44000000	139000000
6	5280000	16700000	52800000	167000000
7	6130000	19400000	61300000	194000000
8	7020000	22200000	70200000	222000000
9	7910000	25000000	79100000	250000000
10	8790000	27800000	87900000	278000000
11-12	10500000	33300000	105000000	333000000
13-14	12300000	38900000	123000000	389000000
15-16	14000000	44400000	140000000	444000000
17-18	15800000	50000000	158000000	500000000
19-20	17600000	55600000	176000000	556000000
21-23	20200000	63900000	202000000	639000000
24-26	22800000	72200000	228000000	722000000
27-30	26300000	83300000	265000000	833000000
31-34	29800000	94400000	298000000	941000000
35-39	34200000	108000000	342000000	1080000000
40-44	18600000	122000000	386000000	1220000000
45-49	45000000	136000000	430000000	1560000000
50-56	49200000	156000000	492000000	1560000000
57-63	55300000	175000000	553000000	1750000000
64-70	61500000	194000000	615000000	1940000000
71-80	70300000	222000000	703000000	2220000000
81-90	79100000	250000000	791000000	2500000000
91-100	87800000	278000000	878000000	2780000000
101-115	101000000	319000000	1010000000	3190000000
110-130	114000000	561000000	1140000000	3610000000
131-150	132000000	417000000	1320000000	4170000000
151-170	149000000	472000000	1490000000	4720000000
171-190	167000000	528000000	1670000000	5280000000
101-220	193000000	611000000	1930000000	6110000000
221-250	220000000	694000000	2200000000	6940000000
251-280	246000000	778000000	2460000000	7780000000
281-320	281000000	889000000	2810000000	8890000000
321-360	316000000	1000000000	3160000000	1 0000000000

Таблиця 2.3 – Значення ΔL_A , дБА залежно від значення сумарного індексу

Сумарний індекс	ΔL_A , дБА	Сумарний індекс	ΔL_A , дБА
32	15	1995000	63
40	16	2512000	64
50	17	3162000	65
63	18	3981000	66
79	19	5012000	67
100	20	6310000	68
126	21	7943000	69
159	22	10000000	70
200	23	12590000	71
251	24	15850000	72
316	25	19950000	73
398	26	25120000	74
501	27	31620000	75
631	28	39810000	76
794	29	50120000	77
1000	30	63100000	78
1259	31	79430000	79
1585	32	100000000	80
1995	33	125900000	81
2512	34	158500000	82
3162	35	199500000	83
3981	36	251200000	84
5012	37	316200000	85
6310	38	398100000	86
7943	39	501200000	87
10000	40	631000000	88
12590	41	794300000	89
15850	42	1000000000	90
19950	45	1259000000	91
25120	44	1585000000	92
31620	45	1995000000	93
39810	46	2512000000	94
50120	47	3162000000	95
63100	48	3981000000	96
79450	49	5012000000	97
100000	50	6310000000	98
125900	51	7943000000	99
158500	52	10000000000	100
199500	53	12590000000	101
251200	54	15850000000	102
316200	55	19950000000	105
398100	56	25120000000	104
501200	57	31620000000	105
631000	58	39810000000	106
794300	59	50120000000	107
1000000	60	63100000000	108
1259000	61	79430000000	109
1585000	62	100000000000	110

Таблиця 2.4

Тривалість інтервалів дії переривного шуму, а також пауз між ними t_i , хв	0,5	0,8	1.2	2,0	3	5	8	12	20	30
Поправка ΔL_{Ai} , дБА	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0

$$L_{Ai} = 10 \lg \frac{t_i}{T}, \quad (6)$$

де T – тривалість повною циклу характерної дії переривчастого шуму, хв;

t_i – тривалість інтервалів, протягом яких рівні звуку залишаються постійними, або пауз між ними.

Обчисліть скоректовані рівні звуку ($L_{Ai} + \Delta L_{Ai}$), дБА, складаючи вимірювані рівні звуку з отриманими поправками, і занесіть їх у графу 5 форми 2.

Визначте сумарний рівень звуку (дБА), за формулою

$$10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{Ai} + \Delta L_{Ai})}, \quad (7)$$

складаючи за допомогою таблиці 10 отримані скоректовані рівні звуку.

Одержаний сумарний рівень звуку буде еквівалентним рівнем звуку $L_{Аекв}$, дБА.

Таблиця 2.5 – дБА, дБ

Різниця 2-х рівнів, що додаються	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка до більш високого рівня	3.0	2.5	2.0	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0

У випадку, коли в кожній точці за час оцінки непостійного шуму T проведено кілька його вимірів, еквівалентний рівень звуку в кожній точці за час оцінки шуму T розраховуйте відповідно до формули визначення $L_{АеквTmj}$.

За максимальний рівень звуку L_{Amax} (дБА) при проведенні виміру шуму шумомірами прийміть найбільше значення рівня звуку за період виміру шуму T_m .

Максимальним рівнем звуку L_{Amax} (дБА) при проведенні виміру шуму вважайте рівень звуку L_{Ai} (дБА), який перевищує протягом 1% часу вимір шуму T_m .

Результати виміру шуму подайте у формі наведеного вище протоколу

Вимірюваний рівень звуку (октавний рівень звукового тиску) L_k , дБА (дБ), обчисліть за формулою:

$$L_k = L_{вим} + K_1 + K_2 \quad (8)$$

де $L_{вим}$ – вимірюваний рівень звуку L_A (октавний рівень звукового тиску L) чи максимальний рівень звуку $L_{Аmax}$ чи еквівалентний рівень звуку $L_{Аекв}$, дБА (дБ);

K_1 – поправка вилучення перешкод на шум, дБА (дБ);

K_2 – поправка на ступінь звукопоглинання приміщення, дБА (дБ).

Поправку K_1 дБА (дБ) впливу перешкод при визначенні шуму встановіть за таблицею 2.6.

Таблиця 2.6 – Визначення поправки K_1 , при різних рівнях звуку

Різниця рівнів звуку (октавних рівнів звукового тиску) вимірюваних шумів і перешкод, ΔL	Поправка K_1
3	-3
від 4 до 5	-2
від 6 до 9	-1
Св. 10	0

Примітка: якщо $\Delta L < 3$ дБА (дБ), то вимірювання шуму проводити не варто

Поправку K_2 , на ступінь звукопоглинання приміщення дБА (дБ), використовуйте при вимірюванні в необладнаних приміщеннях і визначте за формулою:

$$K_2 = 10 \lg \frac{\bar{A}}{A_0}, \quad (9)$$

де \bar{A} – еквівалентна площа звукопоглинання приміщення, m^2 , необладнаного відповідно до його призначення, яка визначається розрахунковим шляхом або шляхом вимірювань для частоти 500 Гц;

A_0 – стандартне значення еквівалентної площі звукопоглинання, яке дорівнює $10 m^2$ для приміщень об'ємом до $60 m^3$ та $25 m^2$ для приміщень об'ємом до $150 m^3$. Для приміщень із більшим об'ємом A_0 визначається розрахунковим шляхом. При неможливості визначення поправки за формулою, допускається вважати $K_2 = -2$ дБА (дБ).

Оцінка результатів виміру

Порівняйте результати виміру шуму в тій точці приміщення або території, де одержано найбільші значення вимірюваних рівнів звуку (октавних рівнів звукового тиску) L_k із нормативними значеннями, встановленими за ГОСТ 12.1.036-81. Оцінку результатів виміру шуму проведіть відповідно до таблиці 2.7.

Санітарні норми шуму для територій різного господарського призначення наведені в таблиці 2.8.

При оцінці рівнів шуму зверніть особливу увагу на їх вплив на людину (табл. 2.9). Доза 150 дБ для людини летальна.

Таблиця 2.7 – Оцінка відхилення найбільших значень рівнів звуку від норми

Клас точності вимірювання	Різниця між допустимим і вимірюваним рівнями звуку $L_{доп}-L_K$ дБА(дБ)	Оцінка вимірюваної величини L_K
1	0 <0	Відповідає нормі Не відповідає нормі
2	+5 -5 < +5 > -5	Відповідає нормі Не відповідає нормі Результат не може бути оцінений

Таблиця 2.8 – Санітарні норми шуму для територій різних типів господарського призначення

Території	Еквівалентний рівень шуму, дБ		Максимальний рівень шуму, дБ	
	із 7-ї до 23-ї години	із 23-ї до 7-ї години	із 7-ї до 23-ї години	із 23-ї до 7-ї години
Селітебні зони населених місць	55	45	70	60
Зони житлової забудови, що реконструюється	60	50	70	60
Території житлової забудови поблизу аеропортів	65	55	75	55
Зони масового відпочинку і туризму	50	35-40	85	75
Санітарно-курортні зони	40-45	30-35	60	50
Території заповідників і заказників	до 25	До 20	50	45

Таблиця 2.9 – Шкала впливу шуму джерел на організм людини залежно від типу джерел та інтенсивності, дБ

Недопустимі рівні шуму	150	Летальне для людини
	130	Поява больового відчуття, сильний негативний вплив на здоров'я
	120	Тучна музика (рок-ансамблі), рев реактивних літаків, постріли гармат, робота відбійних молотків на близьких відстанях (25 – 30 м)
	110	Значно шкодить слухові й здоров'ю при тривалому впливі
	100	Шум поїздів метро, дробильних машин і потужних пресів на виробництвах, автомобільні сирени, вуличний шум при інтенсивному русі транспорту
	90-80	Товарний поїзд, вантажний автотранспорт (на відстані 30 - 50 м), будильники, пиłosоси, компресори, ревіння трибун на стадіонах

Допустимі рівні шуму	70-60	Автомобільний рух на трасах, друкарські бюро, шум на вокзалах, в універмагах
	50-40	Малоінтенсивний вуличний рух, розмова кількох осіб
	20	Шелестіння листя дерев
	10	Дихання людини

Контрольні запитання

1. Наведіть визначення шуму, постійного і непостійний шуму, коливального, переривчастого і імпульсного.
2. За якими формулами визначається еквівалентний (за енергією) рівень звуку $L_{\text{Аекв}}$?
3. Наведіть умови виміру шуму на селітебній території?
4. Якими приладами здійснюється вимір рівнів звуку ?
5. Як здійснюється оцінка результатів виміру?
6. Схарактеризуйте вплив шуму джерел на організм людини в залежності від типу джерел та інтенсивності.

Лабораторна робота № 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПИЛЕНОСТІ ПОВІТРЯ НА ДІЛЯНЦІ

Мета роботи – вивчити принцип роботи електроаспіратора ЄА-1А. Дослідити запиленість зони. Провести відбір проб повітря різними методами. Зробити висновки.

3.1. Нормування забруднюючих речовин

Оскільки нереально мати єдину ГДК для різних забруднюючих речовин, розроблені спеціальні принципи **роздільного нормування** забруднюючих речовин у повітрі. Для кожної шкідливої речовини встановлюється декілька (як мінімум дві) граничнодопустимих концентрацій у повітряному середовищі. Наприклад, одне значення ГДК встановлюється у повітрі робочої зони ($ГДК_{\text{рз}}$), під якою розуміють простір у двох метрах від підлоги, де знаходяться місця постійного та тимчасового перебування працюючих, друге – в атмосферному повітрі населеного пункту ($ГДК_{\text{ап}}$). ГДК – концентрація, яка при щоденній, крім вихідних днів роботи, протягом 8 годин або при іншій тривалості робочого дня, але не більше 41 год. на тиждень упродовж всього робочого стажу, не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які виявляються сучасними методами дослідження, в процесі роботи або у віддалені терміни життя нинішнього та майбутнього поколінь. Як показано на рисунку 3.1, при нормуванні забруднюючих речовин враховується експозиція або час перебування людей у зоні забруднення, що пов'язано з можливістю хронічних та гострих отруєнь.

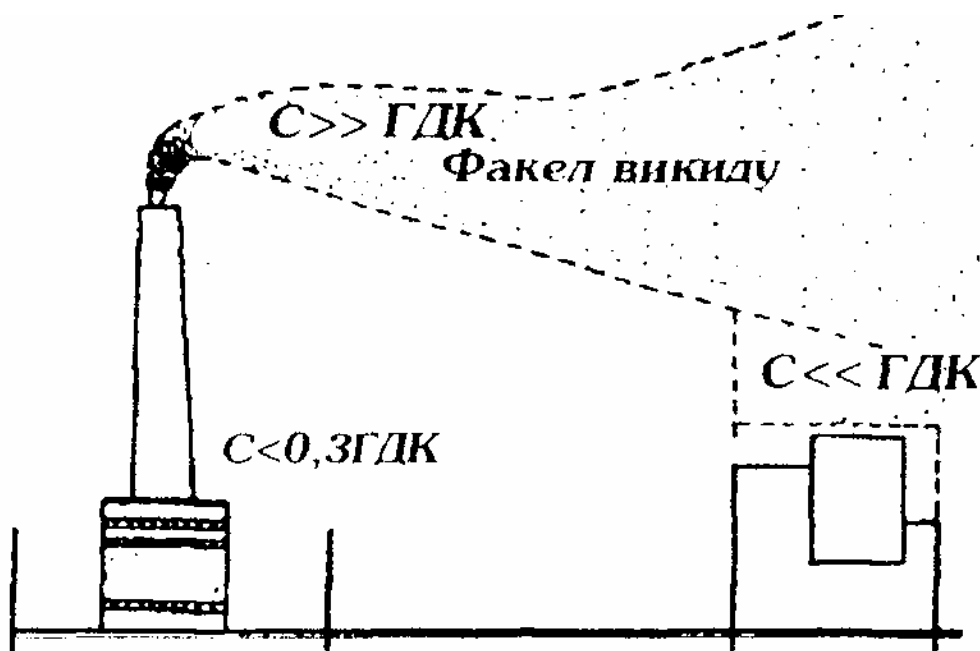


Рис. 3.1 – Нормування домішок у повітрі в зв'язку з їх переносом та розсіюванням

Вміст домішок на території підприємства вважається таким, що дорівнює 0.3 від $\text{ГДК}_{\text{рз}}$. На території підприємства зниження норми вмісту домішок утричі порівняно з $\text{ГДК}_{\text{рз}}$ викликається тим, що повітря території підприємства використовується для вентиляції виробничих приміщень, де концентрація домішок періодично може перевищувати $\text{ГДК}_{\text{рз}}$. Отже, повітря, яке використовується для провітрювання робочих приміщень, повинно бути значно менше забрудненим. $\text{ГДК}_{\text{ап}}$ – максимальна концентрація домішок, віднесена до певного часу усереднення, яка при періодичному впливі або протягом всього життя людини не здійснює на неї шкідливого впливу, в тому числі не має віддалених наслідків і не впливає на навколишнє середовище в цілому.

Таким чином, різниця у визначеннях суттєва, $\text{ГДК}_{\text{рз}}$ нешкідлива тільки для обмеженого перебування людини в забрудненій зоні, наприклад 8 год., і лише протягом робочого стажу, а $\text{ГДК}_{\text{ап}}$ не повинна лімітувати стан організму впродовж всього життя людини при необмеженому в часі вдиханні забруднюючої речовини. Отже, необхідність роздільного нормування забруднюючих речовин у повітрі визначається законом толерантності. На підприємстві протягом робочого дня забрудненим повітрям дихають практично здорові люди, які пройшли медичний огляд, а в населених пунктах цілодобово знаходяться не тільки дорослі, але й люди похилого віку, діти, вагітні та матері-годувальниці, люди, що страждають на захворювання дихальної, серцево-судинної систем. Тому $\text{ГДК}_{\text{рз}} > \text{ГДК}_{\text{ап}}$. Так, для сульфуру (IV) оксиду $\text{ГДК}_{\text{рз}} = 10 \text{ мг/м}^3$, $\text{ГДК}_{\text{ап}} = 0,5 \text{ мг/м}^3$. На основі роздільного нормування рівнів забруднення повітря в робочих зонах та населених пунктах встановлюються різні вимоги до рівня забруднення на територіях підприємств і

в районах житлової забудови. При цьому концентрація в повітрі шкідливих речовин із врахуванням розсіювання не повинна перевищувати:

- на території підприємства 30% від $\text{ГДК}_{\text{рз}}$ ($\text{ГДК}_{\text{пп}} \cdot 0,3 \text{ ГДК}_{\text{рз}}$)
- населених пунктів $\text{ГДК}_{\text{мр}}$ та $\text{ГДК}_{\text{сд}}$;
- населених пунктів із населенням > 200 тис. осіб і в курортних зонах – 80% від ГДК .

Разова концентрація домішок у атмосфері – це концентрація домішок у атмосфері, яка визначається за пробою, відібраною за 20-30-хвилинний інтервал часу.

Максимальна разова ГДК – вид ГДК , спрямований на попередження рефлекторних реакцій (відчуття запаху, нежить тощо), пов'язаних із піковими, короткочасними підйомами концентрацій шкідливої речовини. Концентрація, яка при вдиханні протягом 20–30 хвилин не має викликати рефлекторних реакцій в організмі людини.

Середньодобова ГДК – концентрація забруднюючої речовини в повітрі, яка не повинна виявляти на людину прямої або опосередкованої шкідливої дії при необмежено довгому (роки) вдиханні. Це середня концентрація (забруднюючої речовини) з-поміж разових, які виявлені протягом доби. Цей вид ГДК призначений для попередження хронічного впливу атмосферних забруднювачів, які спричиняють загальнотоксичний або специфічний ефект.

Слід врахувати, що для $T_{2/3}$ всіх нормованих речовин ГДК в атмосферному повітрі встановлені на основі їх рефлекторної дії (порогу запаху або рефлекторної дії).

Існує правило: якщо подразнююча (рефлекторна) дія токсиканта починається при більш низькій концентрації, ніж токсична, то максимальна разова ГДК ($\text{ГДК}_{\text{мр}}$) дорівнює середньодобовій ГДК ($\text{ГДК}_{\text{сд}}$), або $\text{ГДК}_{\text{мр}} = \text{ГДК}_{\text{сд}}$. Якщо токсична дія починається при більш низькій концентрації, то $\text{ГДК}_{\text{мр}}$ перевищує $\text{ГДК}_{\text{сд}}$ у 2-10 разів. Ось чому, для особливо небезпечних речовин, а також для речовин поріг токсичної дії яких на організм поки що невідомий існують лише максимальні разові ГДК .

При визначенні ГДК враховують не тільки ступінь впливу забруднювачів на здоров'я людини, але й вплив даних забруднювачів па природні системи в цілому (рис. 3.2).

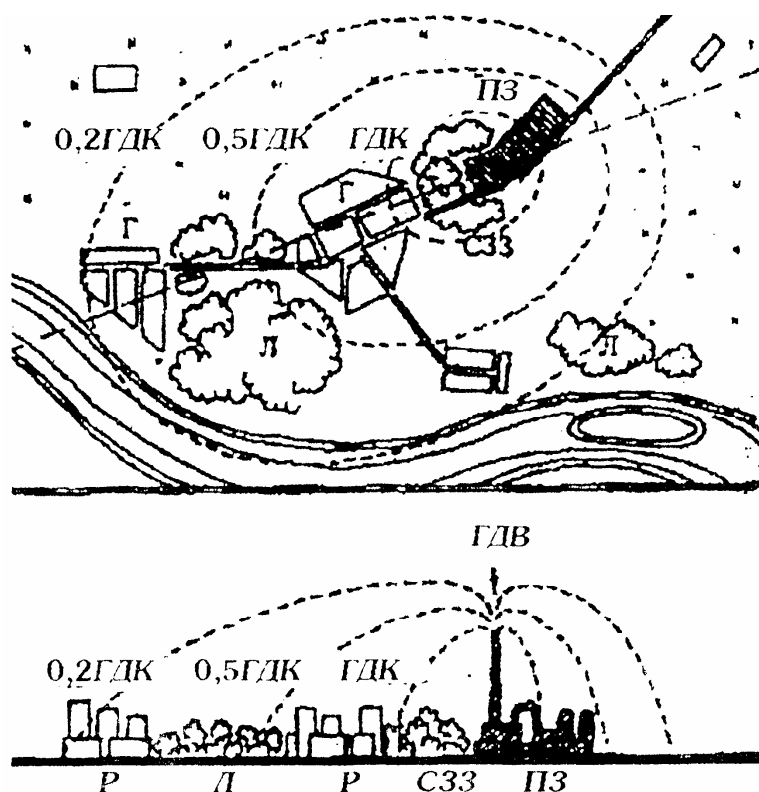


Рис. 3.2 – Схема зон забруднення атмосферного повітря в районі потужного промислового джерела:

ПЗ – промислова зона; М – райони міста;

Л – лісопаркові насадження; СЗЗ – санітарно-захисна зона

При оцінці рівня хімічного забруднення повітря міської екосистеми різними поллютантами слід керуватися ГДК шкідливих речовин, поданими в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин в атмосфері населених пунктів

Речовина	ГДК, мг/м ³	
	максимальна разова	середньодобова
1	2	3
Амоніак	0,02	0,004
Пропанон-2	0,35	0,35
Гексахлоран	0,03	0,003
Метафос	0,001	-
Нафталін	0,003	0,003
Нікол	-	0,0002
Нітробензен	0,008	0,005
Оксид нітрогену	-	0,04
Оксид карбону (II)	3,0	1,0
Оксид селену (IV)	-	0,00005
Оксид сульфуру (IV)	0,5	0,05
Оксид телуру (IV)	-	0,00001

1	2	3
Оцтова кислота (пари)	0,2	0,06
Пеніцилін	0,05	0,002
Пил бавовни	0,5	0,04
Пил нетоксичний	0,5	0,15
Меркурій (пари)	=	0,0003
Гідроген сульфур	0.005	0,005
Сульфатна кислота (пари)	0,3	0,1
Фенол	-	0,003
Формальдегід	-	0,003
Фосфорний ангідрид	0,15	0,05
Гідрогену флуорид	0,02	0,005
Хлор	0,1	0,03
Хлорид феруму	-	0,004
Хлороформ	-	0,03
Хром (VI)	0.0015	0.0015

3.2. Відбір проб повітря за допомогою електроаспіратора ЄА-1А

Електроаспіратор ЄА - 1А (рис. 3.2) призначений для аспіраційного відбору разових проб пилу та газоподібних засмічень атмосферного повітря з метою наступного хімічного аналізу.

Кількісний аналіз атмосферних засмічень проводять після їх концентрування, яке досягається протягуванням повітря через поглинаючі прилади за допомогою електроаспіратора.

Вловлювання пилу виконується на фільтруючі матеріали, закріплені в спеціальних патронах. Об'єм повітря, необхідний для аналізу, – це добуток часу відбору на швидкість аспірації, яка визначається за показниками фотометрів, вмонтованих в електроаспіратор.

Хід роботи

З'єднайте гумовими трубками фільтротримач (1) зі скляним перехідничком (4). Закріпіть фільтротримач із фільтром на тринозі за допомогою кріпильних скоб (2,3). З'єднайте електроаспіратор з блоком акумуляторів.

Поверніть розвантажувальний клапан (8) в крайнє ліве положення. В цьому положенні клапан відкритий і може пропускати повітря, не допускаючи надлишкового розрідження, зменшуючи цим навантаження на електродвигун. При великому опорі повітрянадувних трактів клапан перекривається, забезпечуючи необхідну швидкість проходження повітря.

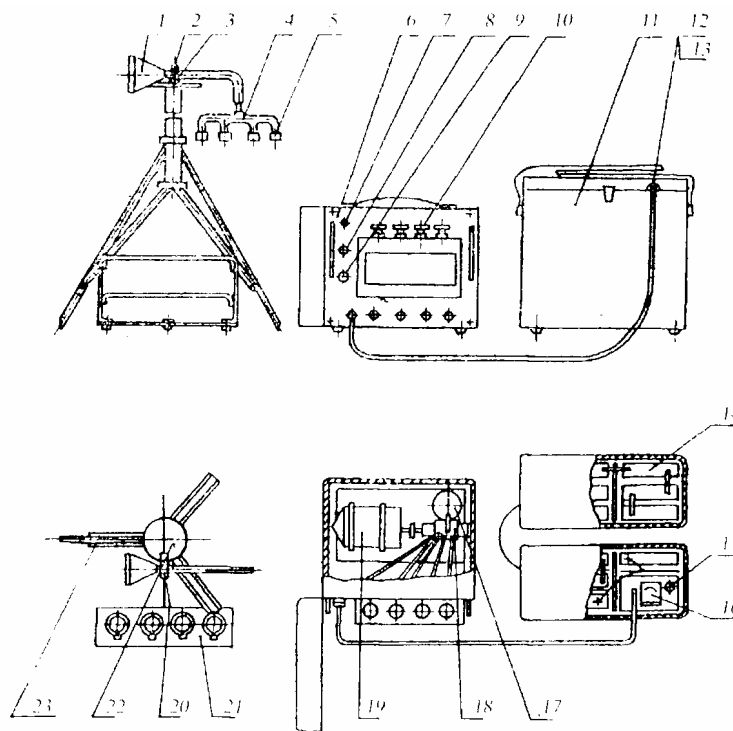


Рис.3.2 – Електроаспіратор ЄА - 1А

Увімкніть перемикач (7) електропроводу електроаспіратора, проведіть попередню установку необхідної витрати повітря в клапанах за допомогою вентилів (10) ротаметрів. Витрату встановіть за верхнім зрізом поплавка. По закінченні установки вимкніть електропривод електроаспіратора перемикачем (7). Приєднайте гумовими трубками (5) перехідник (4) до вихідних штуцерів ротаметрів. Увімкніть перемикачем (7) електропривід електроаспіратора.

Проведіть регулювання витрати повітря по каналах. По закінченні відбору вимкніть електропривод.

Об'єм проби визначте як відношення швидкості аспірації (л/хв.) до часу відбору проби (хв.). Зведення об'єму проби до нормальних умов проведіть за рівнянням Менделєєва-Клайперона:

$$V_H = \frac{V \cdot 293 \cdot P_0}{(273 + t) \cdot P_H}, \quad (1)$$

де V_H - об'єм газу при нормальних умовах, л;

V - об'єм газу, визначений за результатами вимірювань, л;

P_0 - барометричний тиск, кПа (мм. рт. ст.);

t - температура проби в умовах відбору, °C;

P_H - 101,3 кПа (760 мм рт. ст.).

У ході відбору слідкуйте за тим, щоб швидкість аспірації підтримувалась на заданому рівні з максимально можливою точністю. Запиленість повітря за допомогою фільтрів оцініть згідно з п.3.3. Відбір разових проб повітря для визначення вмісту газових домішок проведіть згідно з методиками „Керівництва за контролем засмічення атмосфери“.

3.3. Визначення запилення повітря гравіметричним методом за допомогою фільтрів із тканини ФПП

Пил є аерозолем. Аерозолі являють собою частинки речовини (тверді або рідкі) у зваженому стані. Вони поширені в приземному шарі, тропосфері та стратосфері. Час їх життя різноманітний: від декількох годин до багатьох років. У тропосфері розрізняють три типи розподілу частинок: фоновий, океанічний та континентальний. Частинки потрапляють в атмосферу Землі в готовому вигляді, але значна частина утворюється в результаті хімічних реакцій між газоподібними, рідкими і твердими речовинами, включаючи пари води.

Велика кількість аерозолів утворюється в результаті природних процесів, але чимала їх частина має антропогенне походження. За найменшими оцінками, кількість частинок, які щорічно потрапляють у повітряний басейн Землі в результаті діяльності людини, – близько одного мільярду тонн за рік. Хімічний склад частинок різноманітний. Це діоксид силіцію – пісок, токсичні метали, пестициди, алкани та ін. Максимальний антропогенний вклад припадає на сульфати. Аерозолі в стратосфері менш різноманітні, ніж у тропосфері. Основним твердим компонентом стратосфери є сульфат амонію.

Основне джерело антропогенних аерозолів – процес горіння. Енергетика і транспорт дають 2/3 загальної кількості антропогенних аерозолів. Серед інших джерел аерозолів – металургійні підприємства, виробництво будівельних матеріалів, хімічні виробництва.

Аерозолі здатні змінювати клімат Землі. Осідаючи в альвеолах легень, вони викликають важкі захворювання у людей – пневмоконіози. Частинки аерозолів можуть нести на собі радіоактивність, віруси, мікроби, грибки, викликати смоги і кислотні дощі, тобто бути загрозою не лише живим істотам, але й машинам, механізмам, пристроям, чистим матеріалам. Крім того, пил виносить із викидами цінні матеріали і може стати причиною руйнівних вибухів.

Для кількісної характеристики запиленості повітря на сьогодні використовується переважно ваговий метод (гравіметрія). Крім того, існує метод підрахунків. Вагові показники визначають масу пилу в одиниці об'єму повітря. Це прямі методи вимірювання запиленості. Існує також група побічних методів вимірювання запиленості. Під побічними розуміють методи вимірювання як із виділенням пилу з повітря, так і без виділення, що ґрунтуються на виділенні його маси шляхом використання різноманітних фізичних явищ (інтенсивності випромінювання, електричного поля, оптичної густини і т.д.). Найбільш поширений гравіметричний метод визначення вагової концентрації пилу. Через аналітичний фільтр просмоктують певний об'єм запиленого повітря. Масу всього пилу без розподілу на фракції розраховують за збільшенням маси фільтра. Кращими є фільтри з тканини ФПП. Метод застосовується для визначення разових і середньодобових концентрацій пилу в повітрі населених пунктів і санітарно-захисних зон у діапазоні 0,04–10 мг/м³.

Матеріали й обладнання: уловлювальний прилад (фільтротримач; фільтр із тканини ФПП; аспіратор для відбору проб; склянка-насадка на фільтротримач, металевий, розбірний, конусоподібний для регулювання пропускаючого

повітря з розрахунком швидкості вітру); аналітичні терези; ексикатор; пінцет із пластмасовими наконечниками; чашки скляні діаметром 10 см; барометр; психрометр; анемометр.

Хід роботи

Фільтр із тканини ФПП витримайте протягом 40–60 хв у ваговій кімнаті, зважте, помістіть у пакет і доставте на місце відбору, де помістіть його у фільтротримач, який добре закрутіть. Перед відбором проб перевірте герметичність фільтротримача, для чого його вхідний отвір закрийте корком і увімкніть прилад: при герметичному з'єднанні розходомір повітря показує нуль.

Відбір проб проведіть зі швидкістю 250–400 л/хв, так щоб наважка пилу на фільтрі була не меншою 4 мг. Відбір проводьте не більше 30 хвилин. Після протягування повітря фільтр пінцетом вивільніть із тримача, складіть учетверо запиленою поверхнею всередину і помістіть у той самий пакет, з якого він був узятий. У лабораторії фільтр витримайте протягом 40–60 хв при кімнатній температурі й доведіть до постійної ваги. Якщо відбір проводився при відносній вологості, близькій до 100 %, то фільтр помістіть у скляній чашці в ексикатор із плавленим хлористим кальцієм на 30–50 хв, а потім уже витримайте при кімнатній температурі 40–50 хв.

Концентрацію пилу C мг/м³ обчисліть за формулою:

$$C = \frac{M}{V_0}, \quad (2)$$

де M – маса пилу на фільтрі, дорівнює різниці мас забрудненого і чистого фільтрів, мг;

V_0 – об'єм аспіризованого повітря, зведений до нормальних умов, м³.

Під нормальними умовами розуміють температуру 0°C і атмосферний тиск 1013 гПа (760 мм рт. ст.):

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot P}{(273 + t) \cdot 1013}, \quad (3)$$

де V_t – об'єм аспіризованого повітря при температурі t й атмосферному тиску P гПа, м³;

273 – коефіцієнт розширення газів;

1013 – нормальний тиск, гПа.

3.4. Контроль викидів автотранспортом чадного газу (СО) й алканів за допомогою газоаналізаторів 121 ФА-01 ТА 123 ФА-01

Автомобільні двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) забруднюють атмосферу шкідливими речовинами, які викидаються з відпрацьованими газами (ВГ). При цьому 95–99 % шкідливих викидів припадає на ВГ, які являють собою аерозоль складного складу, який залежить від режиму роботи двигуна.

Елементарний склад автомобільного палива це карбон, гідроген, у незначних кількостях кисень, нітроген і сульфур. Атмосферне повітря є окисником палива, яке складається в основному з нітрогену (79 %) і кисню (близько 21 %). При

ідеальному згорянні суміші вуглеводневого палива з повітрям в продуктах згорання повинні бути присутні лише N_2 , CO_2 , H_2O . В реальних умовах ВГ містять також продукт неповного згорання (окисли карбону, алкани, альдегіди, тверді частинки карбону, пероксидні з'єднання, водень і надлишковий кисень), продукти термічних реакцій взаємодії нітрогену з киснем (оксиди нітрогену), а також неорганічні сполуки тих чи інших речовин, які присутні в паливі (сірчаний ангідрид, сполуки плюмбуму). Всього в ВГ знайдено біля 280 компонентів. За своїми хімічними властивостями, характером взаємодії па організм людини речовини, які є у відпрацьованих газах, поділяються на декілька груп. Групу не токсичних речовин складають нітроген, кисень, водяна пара, а також оксид карбону (IV). Групу токсичних речовин складають: монооксид карбону (CO), оксиди нітрогену (NO_x), численна група алканів (C_nH_m), включаючи парафіни, олефіни, ароматичні сполуки та ін. Далі ідуть альдегіди ($R-CHO$), сажа. При згоранні сірчаних видів палива утворити вся неорганічні гази – SO_2 і H_2S . Особливу групу складають канцерогенні поліциклічні ароматичні алкани (ПАВ), у тому числі й найбільш активний - бенз(а)пірен, що є індикатором присутності канцерогенів у ВГ. У випадку застосування етильованого бензину утворюються токсичні сполуки плюмбуму

Склад ВГ основних типів двигунів бензинового двигуна з іскровим запалюванням і дизеля із загоранням від стиснення – суттєво відрізняється. Насамперед за концентрацією продуктів неповного згорання, а саме: монооксиду карбону, алканів та сажі. Основними токсичними компонентами ВГ бензинових двигунів є CO, C_nH_m , NO_x і сполуки плюмбуму, дизелів – NO_x і сажа.

Концентрація токсичних речовин у ВГ змінюється у великих межах. Кількість токсичних викидів залежить від конструкції двигуна, особливо від паливного механізму.

Дизель менш токсичний, ніж бензиновий двигун. Найбільш повно проявляються позитивні якості дизеля в режимі міського руху з великим відсотком малих навантажень і холостого ходу.

Нормованими компонентами ВГ автомобільних двигунів є монооксид карбону, оксиди нітрогену і алкани як такі, що володіють найбільшою токсичністю.

Матеріали й обладнання: газоаналізатори 121 ФА-01 та 123 ФА-01, тахометр, вихлопні гази автомобіля з бензиновим двигуном.

Стандарт встановлення норми граничнодопустимого вмісту оксиду карбону і алканів у відпрацьованих газах автомобілів на режимах холостого ходу, а також методи їх вимірювання.

Вміст оксиду карбону та алканів визначають при роботі двигуна для двох частот обертання колінчастого валу, встановлених виробником: мінімальний (P_{min}) та підвищений ($P_{підв}$) у діапазоні 2000 об/хв. – 0,8 (P_{min}) об/хв.

Вміст CO та C_nH_m повинен бути в межах значень, установлених підприємством-виробником, але не вище наведених у таблиці 3.2 значень граничнодопустимого вмісту (ГДВ).

При контрольних перевірках автомобілів допускається вміст CO па частоті

обертання P_{\min} до 3 %.

Таблиця 3.2 – Гранично допустимі значення вмісту CO та C_nH_m

Частота обертання	ГДВ CO об'ємна частка, %	ГДВ алканів для двигунів з числом циліндрів	
		4	більше 4
P_{\min}	1.5	1200	9000
$P_{\text{підв}}$	2.0	600	1000

Для визначення вмісту CO і C_nH_m за стандартом необхідно застосовувати газоаналізатори безперервної дії, які працюють за принципом інфрачервоної спектроскопії з похибкою не більше 5 % верхньої межі вимірювань для кожного діапазону і часу роботи газоаналізатора не більше 60 с.

Шкала тахометра для вимірювання частоти обертання колінчастого вала повинна мати два діапазони: 0–1000 хв^{-1} та 0–10000 хв^{-1} , забезпечуючи вимірювання з похибкою не більше 2,5 %.

Випускна система автомобіля повинна бути справною (перевіряється зовнішнім оглядом). Перед вимірюванням двигун повинен бути прогрітим до температури, вказаної в інструкції з експлуатації автомобіля.

Хід роботи

Установіть важіль перемикача в нейтральне положення, ввімкніть тахометр. Уставте пробозабірний зонд і газоаналізатора у випускну і трубу автомобіля. Повністю відкрийте повітряну заслінку карбюратора. Запустіть двигун, збільшіть частоту обертання колінчастого вала за $P_{\text{підв}}$ і попрацюйте в цьому режимі 15 с. Установіть мінімальну частоту обертання вала двигуна і не раніше ніж через 20 с виміряйте вміст CO і C_nH_m . Установіть підвищену частоту обертання вала двигуна і не раніше ніж через 30 с виміряйте вміст CO і C_nH_m . Результати вимірювань занесіть у журнал.

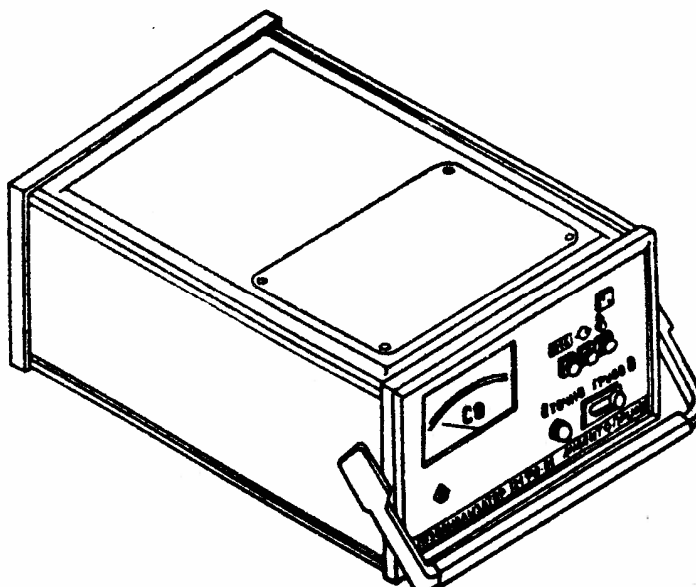


Рис. 3.3 – Зовнішній вид газоаналізатора 123 ФА-01 (без трубопроводу)

Контрольні запитання

1. Які фізичні чинники специфічні для уробоекосистем?
2. Яким приладом вимірюється швидкість вітру?
3. Які існують види шуму? Порівняйте їх за фізичними показниками.
4. Охарактеризуйте методичні особливості виміру річних видів шуму.
5. На чому ґрунтується принцип роботи газоаналізатора УГ-2?
6. Який двигун спричиняє більш токсичні викиди – дизельний чи бензиновий?
7. Які токсичні сполуки містяться у вихлопних газах автомобілів? Яка з них найбільш канцерогенна?
8. Для чого призначені електроаспіратори?
9. З якою метою в екологічній практиці застосовуються фільтри з тканини ФПП?

Лабораторна робота № 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ ДІЛЯНКИ

Мета роботи: Вивчити організацію екологічних досліджень для визначення змін екосистеми протягом тривалого часу. Облаштування спеціального майданчика з комплексом стаціонарних вимірювальних приладів. Зробити висновки.

4.1. Вимірювання кількості опадів ручним способом

При ручному способі відбору проб використовують пристрої встановлені лише на період випадання опадів.

Для відбору проб допускається використання поліетиленових пляшок. При цьому вони повинні бути добре промитими, пронумерованими та зваженими. Відбір проб дощової води здійснюйте через емальовані, скляні або поліетиленові лійки з одягненим на горловину захисним пристосуванням, яке перешкоджає потраплянню опадів, що стікають по зовнішній стороні лійки, в збірну ємність. В якості такого пристосування можна використовувати кришку від поліетиленової пляшки з просвердленим у ній отвором для горловини лійки. Кінець лійки повинен входити в збірну ємність. Для відбору проб можна використовувати також поліетиленові відра ємністю 5–10 дм³.

Матеріали й обладнання: емальовані, скляні або поліетиленові лійки, поліетиленові пляшки або відра.

Хід роботи

Відбір проб проводьте на відкритому рівному майданчику, віддаленому не менш ніж на 100 м: від дерев, пагорбів, будівель, ліній електропередач, місцевих джерел забруднення атмосфери. Прийомні поверхні опадозбірників повинні бути приблизно на висоті 1,5–2 м від поверхні землі.

Якщо немає змоги визначати опади протягом всього вегетаційного періоду, то зробіть це протягом 7 діб у межах вегетаційного періоду, але так, щоб за датами ці дні були однаковими в порівнюваних екосистемах. Щоденну

реєстрацію кількості опадів проводьте о 8 год. ранку.

4.2. Вимірювання кількості опадів за допомогою плювіографа

Плювіограф слугує для безупинної реєстрації кількості й інтенсивності рідких опадів. За його показниками можна визначити кількість днів з певною кількістю опадів. Приймачем плювіографа (рис.4.1) слугує циліндрична посудина (1) з приймаючою площадкою 500 см². Опади з циліндричної посудини через воронку та зливну трубку (2) поступають в нижню частину поплавкової камери. (3), усередині якої знаходиться порожнистий поплавок (4) із стержнем (5) і стрілкою (6), що закінчується пером. Поруч з поплавковою камерою укріплений барабан (9) із годинниковим механізмом. На барабан одягається паперова стрічка. Горизонтальні лінії на ній відповідають кількості опадів, а вертикальні – годині. У нижню частину приладу поміщається контрольна посудина (10), у який зливаються опади із поплавкової камери.

При випаданні опадів поплавок (4) піднімається і перо починає писати на стрічці, чим інтенсивніші опади, тим крутіше підняття кривої (9). Як тільки опади заповнюють поплавкову камеру, вода через сифон (8) виливається в контрольну посудину, а перо опускається вниз і креслить на стрічці вертикальну лінію від верхнього краю до нульового положення.

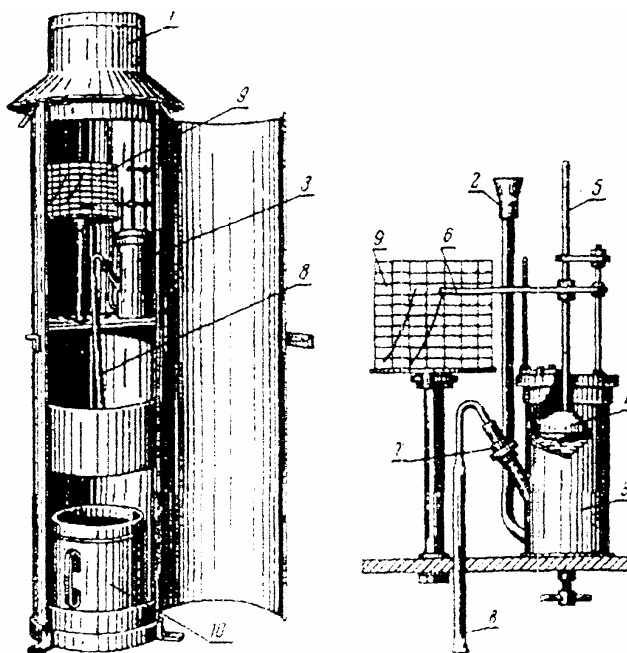


Рис. 4.1 – Плювіограф

Якщо опади продовжують випадати після зливу, то перо продовжує креслити нахилену лінію. У випадку зупинення опадів перо креслить на стрічці горизонтальну лінію.

Матеріали й обладнання: плювіограф, записник, ручка.

Хід роботи

Плювіограф встановіть на відкритій площадці на спеціальному стовпі так, щоб його верхня частина була на висоті 2 м від поверхні ґрунту в строго горизонтальному положенні.

Стрічку плювіографа змінюйте щоденно. При зміні стрічок заведіть годинниковий механізм. На обороті стрічки відмітьте годину встановлення і зняття стрічки, а також визначену за вимірювальним стаканом - кількість опадів, злитих сифоном в контрольний посуд (10). Із запису на стрічці з'ясуєте коли почався і закінчився дощ, запишіть кількість опадів, що випали за годину, обрахуйте загальну суму опадів за кожні 24 години.

4.3. Визначення швидкості вітру, більшої за 1 м/с, за допомогою ручного чашкового анемометра

Ручний чашковий анемометр з рахунковим механізмом, застосовується для визначення середньої швидкості вітру за деякий проміжок часу. Приймачем анемометра (рис. 4.2) служить вертушка (1), посаджена на вісь (2). Вертушка при обертанні приводить в рух рахунковий механізм у корпусі (4) приладу. Циферблат (5) рахункового механізму має три шкали, по яких відраховують тисячі, сотні, десятки, одиниці обертів. Рахунковий механізм включається і виключається аретиром (6). Для включення і виключення приладу при установці його на жердину користуються шнуром. Шнур середньою частиною прив'язується до аретира, а кінці пропускаються через кільця (7). Нижня частина корпусу закінчується гвинтом (8), який служить для закріплення приладу па дерев'яній стійці.

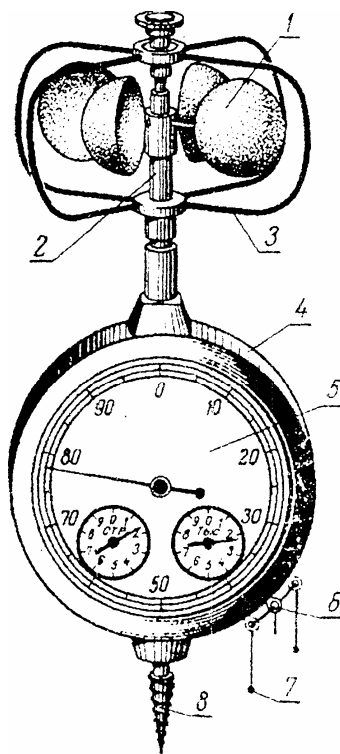


Рис. 4.2 – Ручний чашковий анемометр

Матеріали й обладнання: ручний чашковий анемометр, жердина, шнур

Хід роботи

Перед спостереженням при виключеному лічильникові запишіть показники всіх трьох стрілок на циферблатах і встановіть анемометр на заданій висоті.

Через 1–2 хв, коли швидкість обертання чашок установиться, включіть лічильник. Через 100 секунд лічильник виключіть і знову запишіть показники стрілки, секундомір включіть і виключіть одночасно з аретиром анемометра.

Користуючись таблицею 12 визначте швидкість вітру в м/с за числом обертів вертушки анемометра за час спостереження.

Таблиця 4.1 – Відповідність між кількістю обертів вертушки ручного чашкового анемометра та швидкістю вітру

Кількість поділок на секунду	Швидкість вітру в м/с
1	1,4
2	2,4
3	3,5
4	4,5

4.4. Вимірювання прямої сонячної радіації за допомогою актинометра Савінова-Янишевського АТ-50

Актинометр призначений для вимірювання прямої сонячної радіації і може слугувати контрольним приладом. В якості приймача радіації слугує тонкий диск (1) із срібної фольги, товщиною 20 мкм і діаметром 11 мм (рис.4.3). Зовнішній бік (повернений до сонця) зафарбований спеціальним лаковим покриттям, а до нього через кальку приклеєні 36 непарних спаїв термобатареї (2).

Зовнішні парні спаї (3) прикріплені до порівняно масивного мідного кільця (4). Термобатарея з мідним кільцем поміщена у грубку (7), довжиною 116 мм, яка має на зовнішньому кінці діафрагму діаметром 20 мм, яка слугує приймаючим отвором.

Всередині грубки є ще низхідний за діаметром ряд діафрагм, найменша з яких знаходиться поруч з термобатареєю і має діаметр 10 мм.

Ряд цих діафрагм утворює тілесний кут, відносно диску Сонця та навколосонячного простору. Проводи (12) від термо-батареї через клеми приєднані до гальванометра.

Показники гальванометра пропорційні силі термоходу, а отже, і енергетичній освітленості прямої сонячної радіації.

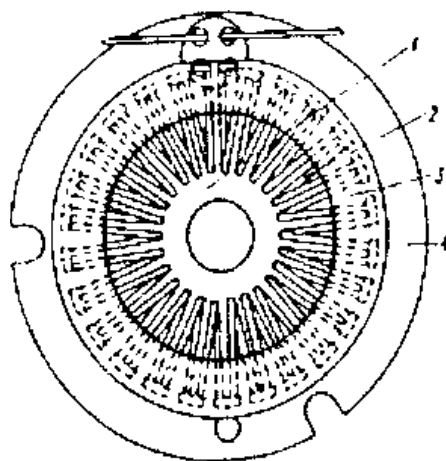


Рис. 4.3 – Термобатарей актинометра

Хід роботи

Корпус актинометра (рис. 4.4) встановіть на стійці (10) і основі (11), на якій нанесена стрілка, за допомогою якої можна орієнтувати прилад суворо на північ.

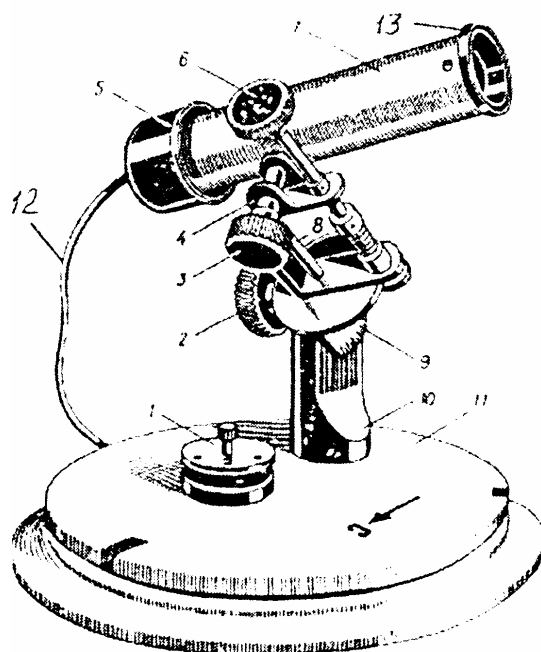


Рис. 4.4 – Актинометр Савінова-Янишевського

Вісь (8) встановіть по осі світла за допомогою шкали широт (9). Для проведення досліджень актинометром зорієнтуйте його так, щоб термобатарей була націлена на Сонце, для чого з приладу зніміть кришку (1) і направте вхідний отвір трубки на Сонце. Водночас маніпулюючи гвинтами (3) і (6) добийтеся такого положення трубки, щоб утворилася концентрична тінь на екрані (5), а сонячний промінь, пройшовши крізь отвір (13) на оправі діафрагми

у вигляді “сонячного зайчика”, потрапив на чорну точку, нанесену на екрані. Лише в такому разі чутливий елемент приладу (термобатарей) буде направлений перпендикулярно сонячним променям.

4.5. Вимірювання кількості відбитого світла

Портативний альбедометр (рис. 4.5) дозволяє зменшити затрати по перенесенню піранометру при маршрутних дослідженнях. Для цього приладу не потрібне горизонтування, оскільки він має пристрій, що автоматично виводить приймаючу поверхню приладу в строго горизонтальне положення.

Головка альбедометра подібна до головки піранометра, однак, накручена вже на карданний підвіс – пристрій, який дозволяє автоматично виводити приймаючу поверхню приладу в горизонтальне положення. Карданний підвіс складається з двох металічних кілець (1) та (2). Внутрішнє кільце (1) через напіввісі (5) та (6) володіє свободою обертання всередині зовнішнього кільця (2). В свою чергу порожня трубка (7), на якій закріплена голівка піранометра (8), володіє свободою обертання на напіввісі (3) та (4), зміщених відносно напіввісей (5) та (6) на 90 градусів. Отже, альбедометр має подвійну ступінь свободи обертання, що призводить до його автоматичного горизонтування під дією сили тяжіння. Головка альбедометра (8) накручується на трубку (7), яка по пазах може ковзати догори і донизу всередині кільця (1).

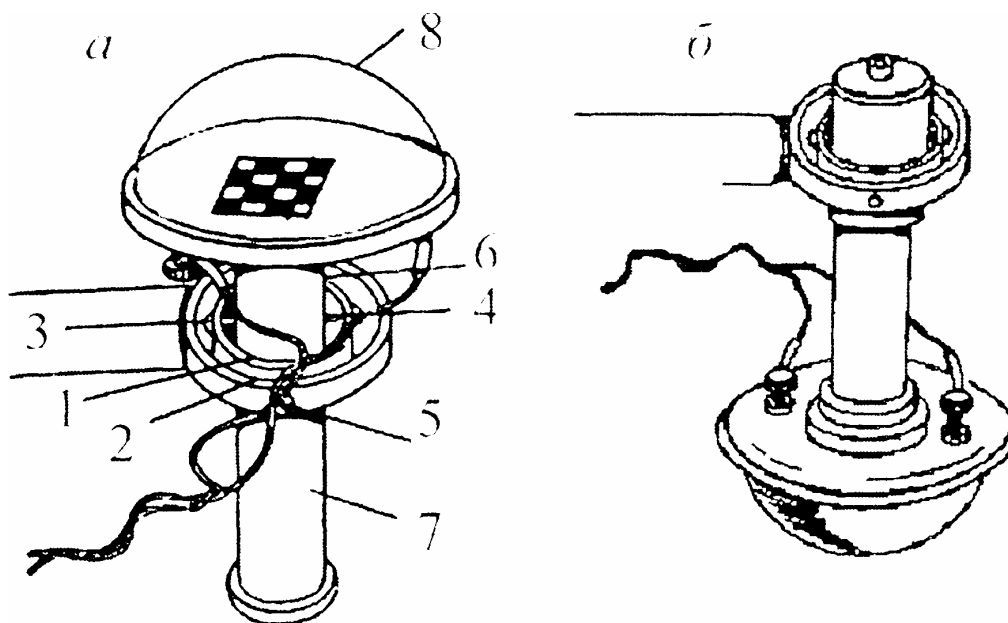


Рис. 4.5 – Альбедометр портативний:
а–положення догори; б–положення донизу

Всередині самої трубки вільно переміщається циліндричний вантаж-протипава, який забезпечує надійну горизонтировку приймаючої поверхні. Спостереження на портативному альбедометрі проводяться аналогічно, як і на піранометрі.

4.6. Вимірювання різниці випромінювання за допомогою термоелектричного балансоміра Янишевського

Балансомір служить для визначення різниці випромінювання, яке приходить на діючу поверхню у вигляді сумарної радіації і власне випромінювання цієї поверхні. На відміну від вищезгаданих актинометричних приладів, у балансоміра є дві приймаючі поверхні. Одна з них повернута до небосхилу, сприймає сумарну радіацію (Q) разом з випромінюванням атмосфери (E_a). Приймач, повернений у бік діючою поверхні, сприймає відбиту короткохвильову радіацію (R_k), земне випромінювання (E_z) частішу відбитої радіації R_d яка надійшла від атмосфери та оточуючих предметів. Отже, радіаційний баланс B вираховують за формулою:

$$B = (Q + E_a) - (E_z + R_k + R_d).$$

Балансомір являє собою круглу пластину (1) з квадратним вирізом у центральній частині 48×48 мм, у якій поміщено приймач радіації. Приймаючою поверхнею приладу слугують дві однакові пластинки із тонкої мідної фольги, що покривають верхній і нижній приймач. Зовнішні поверхні цих пластин полаковані спеціальним чорним лаком, поглинаюча здатність якого близька до поглинаючої здатності абсолютно чорного тіла. До внутрішнього боку пластин приклеєні 10 термоелектричних батарей, кожна з яких становить мідний брусочок (3), обвитий тонкою металевою смужкою (4) з константану (рис. 4.6).

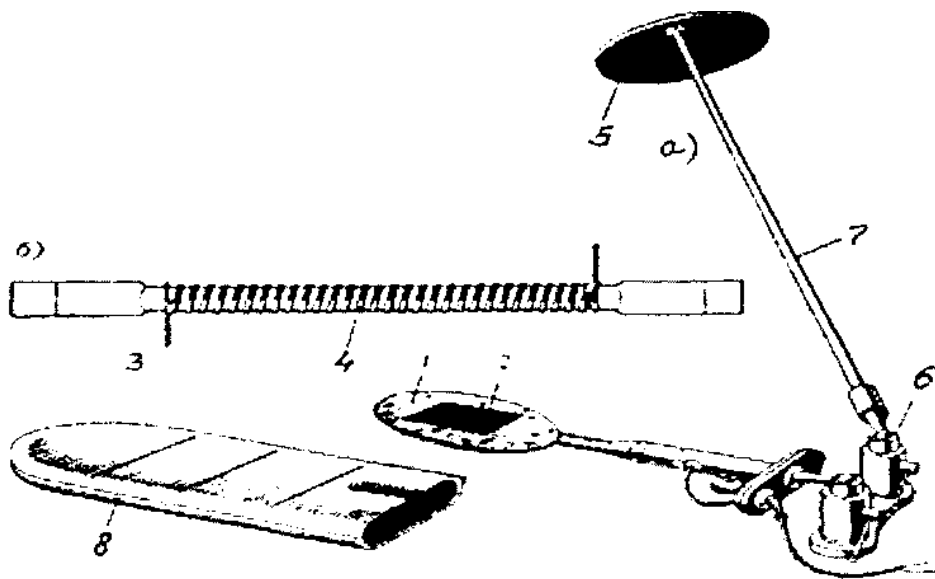


Рис. 4.6 – Балансомір термоелектричний:
а - зовнішній вигляд; б - окрема термобатарея

Половинки кожного витка посріблені, і місце закінчення срібного шару служить термоспаєм, а кожен брусочок термобатареею, які послідовно з'єднані між собою. На кожному брусочку намотано 50 витків, таким чином у приладі знаходиться 500 термоспаїв.

Парні спаї батареї відчують тепловий вплив однієї пластинки, непарні -

іншої. Різниця температур пластинок пропорційна різниці потоків радіації, яка надходить і відбивається. Для затінення приладу від прямої радіації слугує екран (5), закріплений шарніром (6) через легку трубку (7). У неробочому стані прилад закривається захисним чохлом (8).

Показники приладу дуже сильно залежать від швидкості вітру, оскільки приймаючі поверхні його незахищені. Тому поруч із стійкою з гальванометром, на віддалі 0.5-1,0 м. необхідно встановити жердину висотою 2.3 м, на кінці якого закріпити вітровимірювальний прилад (анемометр Фусса або ручний анемометр АРІ-49), за показниками яких необхідно вводити поправки.

Контрольні запитання

1. Як вимірюють кількість опадів ручним способом?
2. Як вимірюють кількість опадів за допомогою плевіографа?
3. Як здійснюється визначення швидкості за допомогою ручного чашкового анемометра?
4. Чим вимірюють *пряму сонячну радіацію*?
5. Як здійснюється вимірювання кількості відбитого світла?
6. Як вимірюють різницю випромінювання?

Лабораторна робота № 5. ОЦІНКА РІВНЯ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ, ҐРУНТУ

Мета роботи – вивчити методи оцінки і вимірювання рівня радіаційного фону та забруднення води, ґрунту. Зробити висновки.

5.1. Вивчення рівня забруднення урбоєкосистеми викидами автотранспорту

Суттєвою складовою забруднення повітряного середовища міст, особливо великих, є вихлопні гази автотранспорту, які в деяких містах складають 60-80% від загальних викидів. При цьому найбільша кількість токсичних речовин викидається автотранспортом у повітря на тихому ході, на перехрестях, зупинках перед світлофором.

Ця робота дає можливість оцінити завантаженість ділянки вулиці різними видами автотранспорту, порівняти в цьому відношенні різні вулиці. Зібрані параметри необхідні для розрахунку рівня забруднення повітряного середовища відпрацьованими газами автомобілів за концентрацією оксиду карбону в мг/м^3 .

Хід роботи

Перша частина роботи

Студенти поділяються на групи по 3–4 особи (один рахує, другий записує, інші оцінюють обстановку). Студентів попередньо необхідно проінструктувати, потім розмістити на певних ділянках різних вулиць з одностороннім рухом. У

випадку двостороннього руху кожна група повинна розміститися на своєму боці.

Відбір матеріалу по завантаженості вулиць автотранспортом проведіть або одноразово, або більш поглиблено із замірами о 8, 13 і 18 год. та в нічний час. Із декількох замірів вирахуйте середнє. Інтенсивність руху автотранспорту визначте методом підрахунку автомобілів різних типів 3 рази по 20 хв. у кожному із вказаних термінів. Підрахунок проведіть методом позначень.

Занесіть дані до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Час	Тип автомобіля	Кількість одиниць
	Легкий вантажний	
	Середній вантажний	
	Важкий вантажний (дизельний)	
	Автобус	
	Легковий	

На кожній точці спостережень проведіть оцінку вулиці:

> **Тип вулиці.** Міські вулиці з односторонньою забудовою (набережні, естакади, високі насипи), житлові вулиці з двосторонньою забудовою дороги, дороги у виїмці, магістральні вулиці та дороги з багатоповерховою забудовою з двох боків, транспортні тунелі та ін.

> **Нахил.** Визначається екліметром або приблизно.

> **Швидкість вітру.** Визначається анемометром.

> **Відносна вологість повітря.** Визначається психрометром.

> **Наявність захисної смуги з дерев.**

Зібраний матеріал запишіть на дошці в аудиторному або лабораторному приміщенні (в той же день). Автомобілі розділіть на три категорії: з карбюраторним двигуном, дизельні, автобуси “Ікарус”. Відповідно до даних, наведених у таблиці, побудуйте графік і оцініть рух транспорту на окремих вулицях.

Підсумком першої частини роботи вважається сумарна оцінка завантаження вулиць автотранспортом: низька інтенсивність руху – 2,7–3,6 тис. автомобілів за добу, середня – 8–17 тис. і висока – 18–27 тис. Проведіть порівняння сумарного завантаження різних вулиць міста в залежності від типу автомобілів, дайте пояснення відмінностей.

Побудуйте карту-схему завантаженості міста автотранспортом.

Друга частина роботи

Ця частина роботи полягатиме у визначенні забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту за результатами даних першої частини.

Розрахунки проведіть за таким алгоритмом:

> Спочатку накресліть спеціальну таблицю, в якій зазначте варіант, тип

вулиці, поздовжній нахил, відносну вологість повітря, тип перехрестя та інтенсивність руху автомобілів у год. (N) (див. табл. 5.2).

> Виходячи з даних, одержаних у першій частині, визначте склад автотранспорту в частках одиниці. Наприклад: 0,1 вантажних автомобілів із малою вантажопідйомністю, 0,1 - з середньою вантажопідйомністю, 0,05 з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 0,05 - автобусів, 0,70 легкових автомобілів.

> Тепер приступайте безпосередньо до розрахунків концентрації CO за формулою Бегма (1984), модифікованою Шаповаловим (1990):

$$K_{co} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot K_T) K_a \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_n, \quad (1)$$

де 0,5 - фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м³;

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на міській дорозі, автомобілів/годину;

K_T – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферне повітря оксидів карбону;

K_a – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості;

K_y – коефіцієнт, що враховує зміни забруднення атмосферного повітря оксидом карбону в залежності від величини поздовжнього нахилу;

K_c – коефіцієнт, що враховує зміни концентрації окису карбону в залежності від швидкості вітру;

K_v – те ж у залежності від відносної вологості повітря;

K_n – коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря оксидом карбону біля перехресть.

Таблиця 5.2

Варіант	Тип вулиці	Поздовжній нахил	Швидкість вітру	Відносна вологість повітря	Тип перехрестя	Інтенсивність руху автомобілів (N)
1	2	3	4	5	6	7
1	Дорога з багатоповерховою забудовою з двох сторін	0	1	100	Регульоване зі світлофорами, звичайне	200
2	Транспортний тунель	2	2	90	Регульоване зі світлофорами, керуване	250
3	Міська вулиця з односторонньою забудовою	4	3	80	Саморегульоване	300

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7
4	Вулиця з одно-поверховими будівлями	6	4	70	Нерегульоване зі зниженням швидкості	350
5	Транспортна галерея	8	5	60	Нерегульоване кільцеве	400
6	Дорога з багатоповерховою забудовою з двох боків	0	6	50	Нерегульоване з обов'язковою зупинкою	450
7	Транспортний тунель	2	1	80	Регульоване зі світлофорами, звичайне	350
8	Міська вулиця з односторонньою забудовою	4	2	70	Регульоване зі світлофорами керування	500
9	Вулиця з одноповерховими будівлями	6	3	60	Саморегульоване	550
10	Транспортна галерея	8	4	50	Нерегульоване зі зниженням швидкості	600

Коефіцієнт токсичності автомобілів K_T визначте як середній для потоку автомобілів за формулою:

$$K_T = \sum P_i K_{Ti}, \quad (2)$$

де P_i – склад автотранспорту в частках одиниці;

K_{Ti} – визначається за таблицею 5.3.

Таблиця 5.3

Тип автомобіля	Коефіцієнт K_{Ti}
Легкий вантажний	2,3
Середній вантажний	2,9
Важкий вантажний (дизельний)	0,2
Автобус	3,7
Легковий	1,0

Приклад розрахунків: припустимо, дослідження проводиться на магістральній вулиці міста з багатоповерховою забудовою з двох сторін, поздовжній ухил якої 2° , швидкість вітру 4 м/с. відносна вологість повітря – 70 %. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках – 500 автомашин за годину (N). Склад автотранспорту: 50 вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю; 50-з середньою вантажопідйомністю; 25 – з

великою вантажопідйомністю, з дизельним двигуном; 25 – автобусів і 350 легкових автомобілів. Визначимо склад автомобілів у долях одиниці. 0,1 вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 0,1 – з середньою вантажопідйомністю, 0,05 – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 0,05 – автобусів і 0,7 – легкових автомобілів.

Спочатку визначте коефіцієнт токсичності автомобілів:

$$K_{Ti} = 0,1 \times 2,3 + 0,1 \times 2,9 + 0,05 \times 0,2 + 0,05 \times 3,7 + 0,7 \times 1 = 1,41.$$

Значення коефіцієнта який враховує аерацію місцевості, визначте за таблицею 5.4.

Таблиця 5.4

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт K_a
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці та дороги з багатоповерховою забудовою з двох сторін	1,0
Жилі вулиці з одноповерховими будівлями, вулиці та дороги у виїмці	0,6
Міські вулиці та дороги з односторонніми будівлями, набережні, естакади, високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Для магістральної вулиці з багатоповерховою забудовою $K_a=1$.

Значення коефіцієнта K_n , який враховує зміни забруднення повітря оксидом карбону в залежності від величини поздовжнього нахилу, визначте за таблицею 5.5.

Коефіцієнт зміни концентрації оксиду карбону в залежності від швидкості вітру K_c визначте за таблицею 5.6.

Значення коефіцієнта K_v , що визначає зміни концентрації оксиду карбону в залежності від відносної вологості повітря, наведено в таблиці 5.7.

Коефіцієнт збільшення забруднення повітря оксидом карбону біля перехрестя наведено в таблиці 5.8.

Підставте значення коефіцієнтів, оцініть рівень забруднення атмосферного повітря оксидом карбону:

$$K_{co} = (0,5 + 0,01 \cdot 500 \cdot 1,4) \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,20 \cdot 1,00 = 8,96 \text{ мг/м}^3$$

Таблиця 5.5

Повздовжній нахил, °	Коефіцієнт K_n
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Таблиця 5.6

Швидкість вітру, м/с	Коефіцієнт K_c , %
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05

Таблиця 5.7

Відносна вологість	Коефіцієнт K_v
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Таблиця 5.8

Тип перехрестя	Коефіцієнт K_{Π}
Регульоване перехрестя:	
– зі світлофорами звичайне	1,8
– зі світлофорами кероване	2,1
– саморегульоване	2,0
Нерегульоване	
– зі зниженням швидкості	1,9
– кільцеве	2,2
– з обов'язковою зупинкою	3,0

Тепер порівняйте концентрацію CO , розраховану Вами для відповідної урбоекосистеми, з ГДК CO для атмосферного повітря.

ГДК викидів автотранспорту за оксидом карбону дорівнює 5 мг/м^3 . Зробіть висновки про рівень забруднення урбоекосистеми викидами автотранспорту. При цьому врахуйте, що зниження рівня викидів можливе завдяки таким заходам:

- > заборона руху автомобілів;
- > обмеження інтенсивності руху до 300 авт/год;
- > заміна карбюраторних вантажних автомобілів дизельними;
- > установка фільтрів.

5.2. Вимірювання радіаційного фону

У природі є багато джерел природного іонізуючого випромінювання. Перш за все – це ізомери багатьох елементів, що входять до складу гірських порід та мінералів. Головними є K^{40} та C^{14} . Несприятливість біологічної дії радіоактивних речовин пов'язана не тільки з їх разовою дією, а із здатністю акумулюватися в організмі. Sr^{90} накопичується у кістках, I^{131} – у щитовидній залозі, Cs^{137} включається в активний метаболізм, витісняючи нітроген.

Космічне випромінювання також є джерелом радіаційного фону. Космічні промені дають трохи менше половини зовнішнього опромінення, яке отримує населення від природних джерел радіації. Космічні промені можуть досягати поверхні Землі або взаємодіяти з атмосферою, породжуючи вторинне випромінювання та спричиняючи утворенню різноманітних радіонуклідів.

Загальний фон радіоактивного випромінювання на території України складає $0,005\text{--}0,06 \text{ мР/год}$.

Радіація - іонізуюче випромінювання, що виникає у процесі самочинного розпаду ядра атома нестабільного нукліда хімічного елемента.

Випромінювання поділяється на *корпускулярне* (розпад супроводжується виділенням частинок: альфа-, бета-, нейтронів, протонів, мезонів тощо) та *фотонне* (електромагнітне), за якого виділяється квант енергії, рентгенівське або γ -випромінювання.

Якісною характеристикою випромінювання є вид та енергія випромінювання, *проникна здатність*, період піврозпаду, *кількісною* -

активність (радіоактивність).

Потужність експозиційної дози γ -випромінювання D описують за формулою:

$$D = K_j \cdot \frac{A}{r^2}, \quad (3)$$

де A – активність радіонукліда;

r – відстань від радіонукліда до детектора;

K_j – стала, що визначає тип радіонукліда (для радію-226 вона дорівнює $8,4 \cdot 10^6$ мкРсм²/год·мКі).

Послаблення потоку γ -випромінювання в речовині описують залежністю: $I = I_0 e^{-md}$, де I та I_0 – інтенсивність γ -випромінювання на вході та виході шару поглинаючої речовини завтовшки d ; m – коефіцієнт поглинання.

Оскільки швидкість реєстрації n -імпульсів пропорційна інтенсивності γ -випромінювання, на практиці використовують залежність кількості імпульсів, що реєструється лічильником за одиницю часу, від товщини поглинаючої речовини. Тоді коефіцієнт поглинання обчислюють за формулою:

$$m = \frac{\left(\ln \frac{n_0}{n} \right)}{d}; \quad (4)$$

Еквівалентна доза $H_{\text{екв}}$ – величина поглинутої $D_{\text{погл}}$, помножена на коефіцієнт якості конкретного виду випромінювання Q :

$$H_{\text{екв}} = D_{\text{погл}} \cdot Q, \quad (5)$$

Системною одиницею поглинутої дози є зіверт (Зв), несистемною – бер – поглинута доза будь-якого іонізуючого випромінювання, що має таку саму біологічну активність, як 1 рад рентгенівського чи γ -випромінювання ($1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$).

Матеріали й обладнання: радіометр “Стора-У” радіометр-дозиметр “СТОРА-TV”, дозиметр-радіометр АНРІ-01-02 ”Сосна”, дозиметр-радіометр ІРД-0251 або “Белла”, дозиметр-радіометр “ЕКО”.

5.2.1. Вимірювання радіаційного фону гамма- бета-випромінювань за допомогою радіометра-дозиметра РКС-01 “СТОРА-У”

Радіометр “Стора-У” призначений для індивідуального й колективного користування при вимірюванні інтегрального значення потужності експозиційної дози гамма- та бета- випромінювань. Даний тип радіометра можна застосовувати для вимірювання радіаційного фону в місцях проживання і праці населення, а також контролю радіаційної чистоти житлових і виробничих приміщень, будівель і споруд.

Хід роботи

Для вимірювання діапазону потужності експозиційної дози (ПЕД) використовується 5 режимів роботи. Для вибору відповідного режиму роботи перемикачі ІНТЕРВАЛ та ДІАПАЗОН підберіть згідно таблиці 5.9. Увімкніть радіометр, перемістивши повзунок перемикача ЖИВЛЕННЯ в положення УВМК. Для вимірювання ПЕД повзунками перемикачів ІНТЕРВАЛ і ДІАПАЗОН установіть інтервал вимірювання та діапазон у відповідності з вибраним режимом роботи. Натисніть кнопку СТАРТ. Проведіть по 5 вимірів в одній і тій же точці. Знайдіть середнє значення цих вимірів.

Таблиця 5.9

№ режиму роботи	Вимірюваний рівень ПЕД, мР/год	Положення перемикача ІНТЕРВАЛ	Положення перемикача ДІАПАЗОН
1	0,010-0,500	100 с	1
2	0,500-5,000	10с	1
3	5.000-9,999	1 с	1
4	9,999-99,99	1 с	10
5	>99,99	1 с	100

5.2.2. Визначення потужності еквівалентної дози γ -випромінювання за допомогою дозиметрів-радіометрів ІРД-0251, “ЕКО”

Встановіть перемикач режиму роботи в положення “мкЗв/год”, увімкніть прилад і дайте прогрітись 1хв. Встановіть прилад у місці, де хочете визначити потужність еквівалентної дози γ -випромінювання. Через 25–30 с дані цифрового табло будуть відповідати цій величині, вираженій у мікрозівртах за год (мкЗв/год), або мікрорентгенах за годину (мкР/год). Проведіть три-п’ять послідовних вимірів і визначте середнє значення, результати занесіть до таблиці 5.10.

Таблиця 5.10

№ досліду	Дані приладу	Потужність дози		Середнє значення	
		мкЗв/год	мкР/год	мкЗв/год	мкР/год

Зробіть висновок про рівень радіаційного фону, користуючись відомостями, наведеними у таблиці 5.11.

Таблиця 5.11

Доза	Ступені опромінення
4,5 Зв (450 бер)	тяжкий ступінь променевої хвороби (помирає 50% опромінених)
1,0 Зв (100 бер)	нижній рівень розвитку легкого ступеня променевої хвороби
0,75 Зв (75 бер)	короточасні незначні зміни крові
0,30 Зв (30 бер)	опромінення під час рентгеноскопії шлунка (місцеве)
0,25 Зв (25 бер)	допустиме аварійне опромінення персоналу АЕС (разове)
0,10 Зв (10 бер)	допустиме аварійне опромінення населення (разове);
0,05 Зв (5 бер)	допустиме опромінення персоналу аес за нормальних умов за рік
0,03 Зв (3 бер)	опромінення під час рентгенографії зубів
0,005 Зв (500 мбер), (0,06 мбер/ рік)	допустиме опромінення населення за нормальних умов за рік
0,001 Зв (100 мбер) (0,011 мбер/ рік)	фонове опромінення за рік
0,0001 Зв (1 мкбер)	перегляд передач по телебаченню (тривалість 2 Год)

5.3. Дослідження едафотопу урбоекосистем

Едафотопи урбоекосистем характеризуються підвищеним вмістом важких металів. На територіях зосередження великих промислових підприємств утворюються техногенні біогеохімічні провінції з аномально високим вмістом важких металів та мікроелементів. У зонах забруднення вміст важких металів може сягати тисячі міліграмів на 1 кг ґрунту. Це перевищує нормальний фоновий вміст у сотні-тисячі разів. Розподіл важких металів вздовж шляхів залежить від інтенсивності автотранспорту, напрямку вітру тощо. Максимальне забруднення спостерігається в поверхневому шарі ґрунтів (0-5 см) та на глибині 20–25 см на відстані 7–10 м від дороги.

Як свідчать результати досліджень, найпомітніше в міських ґрунтах акумулюються цинк, олово, купрум, менше – хром.

При проведенні досліджень міських едафотопів необхідно керуватися такими методологічними положеннями та міркуваннями:

1. Ґрунт – основне джерело більшості хімічних елементів для рослин, а через них – для людей і тварин.

2. Ґрунт – сильна перепона на шляху промислових викидів і водночас головний акумулятор техногенних мас важких металів (ВМ).

Враховуючи два перших положення, ґрунт може розглядатися як головний індикатор рівня хімічних елементів у навколишньому середовищі.

Переважає більшість українських та іноземних дослідників при вивченні забруднення ґрунтів важкими металами орієнтується на ГДК для валових форм цих елементів. Проте, як засвідчують останні відомості, для практичних досліджень більш значуща орієнтація лише на ГДК рухомих форм.

Саме в рухомій формі ВМ зумовлюють свою негативну дію на біоту та людей, що і є предметом нормування.

ВМ у ґрунті можуть перебувати в різних за ступенем рухомості формах: у вигляді комплексних сполук з органічними та неорганічними лігандами, у складі первинних та вторинних мінералів, адсорбованими на ґрунтових колоїдах, у складі солей різного рівня розчинності, у ґрунтовому розчині у вигляді іонів тощо. За ступенем рухомості всі сполуки металів у ґрунті можна умовно поділити на нерухомі, потенційно рухомі та рухомі форми. Для одержання рухомих форм металів застосовують водну витяжку ґрунту.

Для визначення валового вмісту важких металів у ґрунті проводиться попереднє його озолення мокрим спалюванням.

Для кожного з досліджуваних важких металів необхідно визначити перевищення його граничнодопустимих концентрацій (ГДК). Нижче наводяться ГДК для валових та потенційно рухомих форм важких металів, прийняті на сьогодні для України (табл. 5.12). ГДК для рухомих форм, на жаль, встановлені не для всіх елементів.

Крім перевищення їх граничнодопустимих концентрацій (ГДК), для кожного з досліджуваних важких металів необхідно визначити також коефіцієнти концентрацій. За коефіцієнтами їх концентрацій K_c визначають аномальний вміст рухомих форм окремих елементів у поверхневому шарі ґрунтів.

Коефіцієнти концентрацій окремих металів визначаються за Саєтом як відношення вмісту елемента в досліджуваній точці С до його фонового вмісту: $K_c = C/C_{\phi}$.

Таблиця 5.12 – Граничнодопустимі концентрації важких металів у ґрунтах

Елемент	ГДК валового вмісту, мг/кг	ГДК рухомих форм, мг/кг
Цинк	100	23
Манган	1500	50
Купрум	55	3
Нікол	85	4
Кадмій	1	0,7
Плюмбум	20	2

Фоновий вміст металів необхідно визначати в одній з еталонних зон міста (при наявності заповідного об'єкта – на його території, при відсутності останнього - у місцях найменшого антропогенного навантаження).

Сумарний показник забруднення поверхневого шару ґрунтів Z розраховують за формулою:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1), \quad (5)$$

Де n – кількість досліджуваних елементів, коефіцієнт концентрації яких більший за одиницю.

У наведеній формулі до уваги беруться лише ті елементи, для яких K_c перевищує одиницю. Рівень забруднення поверхневого шару ґрунтів оцінюється за шкалою Саєта (табл. 5.13):

Таблиця 5.13 – Шкала рівнів забруднення поверхневого шару ґрунтів важкими металами

Значення сумарного показника забруднення (Z_c)	Рівень забруднення
<16	Слабкий
16–32	Середній
33–128	Високий
>128	Дуже високий (небезпечний)

5.4. Відбір змішаних польових проб ґрунту

Матеріали й обладнання: топографічна карта населеного пункту; лопати або бур; брезент; мішечки з тканини або паперові пакети; прості олівці; етикетки.

Хід роботи

Для екологічної оцінки ґрунту досліджуваної території відберіть 4 змішаних проби.

Кожну змішану пробу приготуйте з 5 зразків, які підберіть із чотирикутної ділянки площею біля 200 м² (14м×14м).

Окремі зразки ґрунту для одержання змішаної проби відберіть лопатою або буром на всю глибину орного шару (30см) за схемою (рис. 5.2).

Першу пробу візьміть у центрі умовного чотирикутника, а потім – навхрест від місця взяття першої проби відступіть 10 м і відберіть решту проб по кутах чотирикутника. Зібрані з одної ділянки окремі зразки ґрунту висипте на брезент, добре змішайте й відберіть змішану пробу масою не менше 1–1,5кг; щоб вистачило для лабораторних досліджень. Змішані проби з 4 ділянок даної території помістіть у паперові пакети або в мішечки з тканини, а їх, у свою чергу, в один великий пакет. У маленькі мішечки покладіть етикетки з вказівкою номера ділянки або назви урочища, визначених за топографічною картою. В загальний пакет вставте етикетку, на якій простим чорним олівцем запишіть такі дані:

<i>Поштова адреса населеного пункту</i>		
<i>Дата</i>		
<i>Зібрав</i>		<i>/підпис/</i>

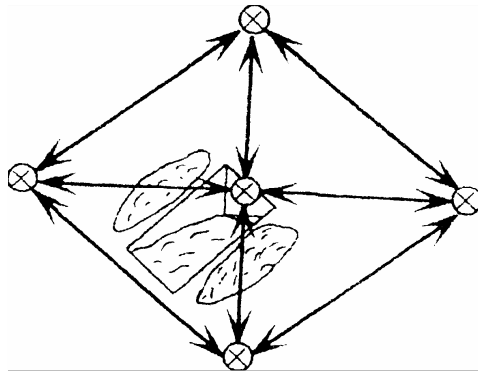


Рис. 5.2 – Схема відбору змішаних зразків ґрунту

При відбиранні зразків ґрунту дотримуйтесь таких правил:

1. Ґрунтові зразки для одержання однієї змішаної проби беріть у межах однієї ґрунтової різновидності. Для цього використовуйте топографічну карту населеного пункту.

2. На ділянці, що характеризується однією змішаною пробою, повинна вирощуватись одна сільськогосподарська культура.

Після відбору проби висушіть до повітряно-сухого стану в лабораторії.

5.5. Підготовка ґрунту до лабораторних досліджень і відбір середньозмішаних проб

Матеріали й обладнання: польові змішані проби ґрунту, великі листки паперу, фарфорові ступки, сита, пінцети, картонні коробки.

Хід роботи

Більшість аналізів проводять із ґрунтом, висушеним до повітряно-сухого стану.

Для визначення нітратів використовуйте ґрунт без попереднього висушування!

Приміщення для висушування ґрунту повинно бути сухим і чистим, щоб ґрунт не поглинав газів і парів.

Для висушування до повітряно-сухого стану польові змішані проби ґрунту масою 1–1,5 кг розподіліть тонким шаром на листках паперу. Застосовуючи лупу, вилучіть із ґрунту корінці та різні включення. Великі корінці відберіть пінцетом, а дрібні – за допомогою скляної палички, наелектризованої шматочком вовни, для чого паличкою проведіть багато разів над шаром ґрунту на висоті 3–5 см. При цьому корінці притягуються до палички. Проте цю операцію потрібно проводити обережно, оскільки на дуже близькій відстані до палички можуть притягуватися та прилипати не тільки корінці, але й дрібні частинки ґрунту.

Час від часу ґрунт перемішуйте, подрібнюйте великі грудки руками і знову розсипайте тонким шаром для більш швидкого висушування, яке повинно продовжуватись кілька днів для доведення ґрунту до повітряно-сухого стану.

Потім із ґрунту відберіть так звану **"середню пробу"**, яку **будете застосовувати** для оцінки показників екологічного стану ґрунту. Для цього ґрунт вирівняйте на папері у вигляді квадрата та за допомогою лінійки поділіть діагоналями на 4 частини (рис. 5.3). Дві протилежних частини ґрунту змішайте і використайте для аналізів, запланованих у даний момент, а дві інших – для аналізів, запланованих на перспективу, або для непередбачених аналізів, необхідність у яких може виникнути з часом.

Покладіть у картонну коробку та зберігайте в нерозтертому стані. У коробку покладіть етикетку, де вкажіть дані про ґрунт. Другу етикетку наклейте на коробку. Ґрунт, що залишився, зважте, добре перемішайте, подрібніть у фарфоровій ступці за допомогою товкачика і просійте через сито з отвором 1 мм (рис. 5.4). Ґрунт, що не пройшов через сито, знову подрібніть у ступці і просійте через сито.

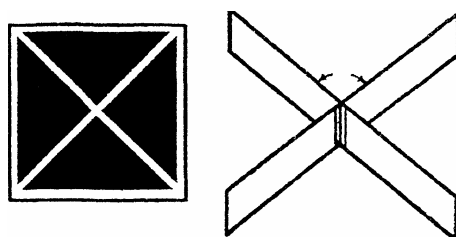


Рис. 5.3 – Схема відбору "середньої проби"

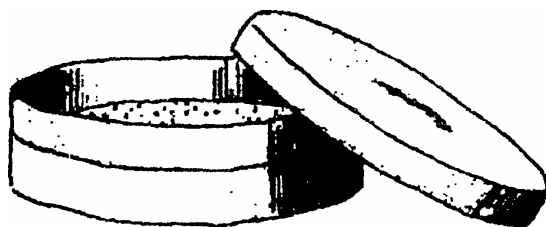


Рис. 5.4 – Сито для просіювання ґрунту

Таку операцію повторюйте доти, поки на ситі залишаться лише кам'яні частинки. Просіяний через сито ґрунт добре перемішайте і розподіліть тонким шаром на листку паперу, поділіть на квадратики площею 4х4 см і з кожного з них візьміть по 10 г, які використовуйте для визначення вмісту рухомих форм елементів у ґрунті. Решту просіяного ґрунту висипте в банку з кришкою або паперовий пакет і використовуйте для інших хімічних аналізів як аналітичну пробу.

Хід роботи

5 г повітряно-сухого ґрунту залийте 25 мл HNO_3 (1:1). Нагрійте на піщаній бані протягом 10 хв. Долийте 5 мл H_2O_2 і знову так само нагрійте впродовж 5–10 хв. Суміш охолодіть, відфільтруйте в мірні колби на 50 мл. Фільтри з ґрунтом перенесіть у стаканчики, долийте 20 мл HNO_3 (1М) і знову нагрійте при $t = 100^\circ\text{C}$. Охолодіть, відфільтруйте в ті ж мірні колби, доведіть до мітки дистильованою водою. Вміст валових форм важких металів визначте за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра.

5.6. Аналіз водних об'єктів урбоєкосистем

Мешканці переважної більшості урбоєкосистем України споживають як водопровідну, так і криничну воду. Тому екологічний аналіз повинен охоплювати водні об'єкти обох типів. Гігієнічні вимоги для криничної води викладені в нормативному документі “Санитарные правила по устройству и содержанию колодцев и каптажей, родников, используемых для децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения” № 1226-75 від 20.02.75. При оцінці якості водопровідної води слід керуватися нормативними документами “Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством” № 2534 від 29.06.88 та “Державні санітарні правила щодо води централізованого водопостачання” № 253.

В цьому розділі подані методики визначення в питній воді лише важких металів та алюмінію. Інші хімічні забруднювачі (в.т. нітрати) будуть розглянуті в окремій книзі, присвяченій водним екосистемам.

У таблиці 5.14 наведені дані щодо ГДК важких металів та алюмінію у водопровідній та криничній воді.

Таблиця 5.14 – Граничнодопустимі концентрації важких металів у водопровідній та криничній воді

Елемент	ГДК у водопровідній воді, мг/л	ГДК у криничній воді, мг/л
Цинк	5	5
Манган	0,1	0,1
Купрум	0,1	1
Ферум	0,3	0,3
Кадмій	0,0001	0,001
Плюмбум	0,03	0,1
Алюміній	0,5	0,5

Забруднення водопровідної та криничної води міста важкими металами визначають, порівнюючи з ГДК для відповідних: категорій води, а також із фоновими значеннями.

При визначенні рівня перевищень фонового вмісту важких металів у воді необхідно спочатку розрахувати коефіцієнти концентрацій по кожному з них за Саєтом як відношення вмісту елемента в досліджуваній точці до його фонового вмісту:

$$K_c = C/C_{\phi} \quad (6)$$

Фоновий вміст важких металів для криничної води необхідно визначати в одній з еталонних (екологічно чистих) зон міста, а фоновий вміст у водопровідній воді – на виході з очисної станції.

Сумарний показник забруднення як для криничної, так і для водопровідної води Z_r розраховують за формулою:

$$Z_r = \sum_{i=1}^{\eta} K_c - (n - 1), \quad (7)$$

де η – кількість досліджуваних елементів, коефіцієнт концентрації яких більший за одиницю.

Рівень забруднення визначають за таблицею 5.15.

Таблиця 5.15 – Визначення рівня забруднення питної води важкими металами за сумарним показником забруднення

Значення сумарного показника забруднення (Z_c)	Рівень забруднення
<10	Слабкий
10–30	Середній
31–100	Високий
>100	Дуже високий

5.7. Відбір проб води

Місце відбору проб залежить від поставленого завдання. Проби води відбирають у маловодні й багатоводні періоди.

Відбір проб може бути *одноразовим (нерегулярним)* або *серійним (регулярним)*. Проба чи серія проб має бути характерною для місця відбору, а об'єм залежить від кількості компонентів, що визначаються, та обраної методики аналізу.

Прості проби одержують одноразовим відбором об'єму води, необхідного для аналізу; **змішані** – це суміш простих проб, відібраних одночасно з різних місць досліджуваного об'єкта чи в одному місці через певні проміжки часу (вони характеризують склад води в просторі і часі). В окремих випадках, якщо стічні води скидаються у водойму, в якій аналізують воду, нерегулярно і в різних кількостях, відбирають **середню пропорційну пробу** (суміш простих проб, об'єм яких пропорційний кількості скинутих стічних вод).

Проби води відберіть у склянку з поліетилену чи борсилікатного скла “пайрекс”. Посуд вимийте синтетичними миючими засобами, розчином хлоридної кислоти, скляний – хромовою сумішшю, після чого сполосніть спочатку водопровідною, а потім дистильованою водою. Перед відбором проб посуд 2–3 рази промийте водою, яку будете брати для досліджень (для достовірності результатів відберіть одночасно по 2 проби). Посудину заповніть водою вщерть, щоб не залишалось повітря і закрийте корком. Запишіть місце забору, час, прізвище особи, яка відбирала проби.

5.8. Визначення вмісту важких металів у воді

У зв'язку з тим, що важкі метали перебувають у воді як в іонному, так і у “зв'язаному” стані, необхідною стадією атомноабсорбційного аналізу є мінералізація проб води.

Матеріали й обладнання: концентрована нітратна кислота, пероксид водню, мірні стакани, упарювальні чашки.

Хід роботи

Прокип'ятіть 5 мл концентрованої HNO_3 протягом 2-3 хв у мірних стаканах на 250 мл для стерилізації посуду. Залишки нітратної кислоти злийте в ексікатор. Налийте в підготовлені мірні стакани по 200 мл досліджуваної води. З кожної пляшки візьміть по три повторності досліджуваної води. Стакани пронумеруйте, підпишіть склогографом або спиртовим маркером і помістіть на піщану баню. Слідкуйте, щоб на одній піщаній бані були розміщені проби води з однієї пляшки з метою запобігання перемішуванню парів із різних проб. Проведіть упарювання води при 100 °С. Слідкуйте, щоб вода кипіла повільно (не допускайте сильного кипіння!). Упарювання води проведіть з 200 до 5 мл або досуха. По закінченні упарювання в мірний стакан додайте 2 мл концентрованої HNO_3 (о.с.ч.) та 2 мл H_2O_2 (ч.д.а.). Пероксид водню доливайте по краплинах! Суміш знову поставте на піщану баню і прокип'ятіть протягом 5-10 хв.

Помістіть мірну пробірку в стаканчик, покладіть на вагу, виведіть значення на “нуль”. Зважте 10 г води, зробіть маркером помітку відповідного рівня води.

Суміш, що залишилася після упарювання, злийте в мірні пробірки. Промийте декілька разів мірний стакан невеликими порціями (приблизно по 1 мл) дистильованої води, які теж злийте в ті ж пробірки. Останній мілілітр доведіть до мітки чистою дистильованою водою. Проби перемішайте шляхом перевертання, закритих фольгою пробірок.

У зв'язку з тим, що вміст деяких мікроелементів (плюмбуму, кадмію) в природній питній воді знаходиться за межами чутливості прямого атомно-абсорбційного визначення, необхідно провести додаткове концентрування. Концентрування проб проведіть так: в упарювальну чашку налийте 10 г приготовленої вищезазначеним способом проби і випаруйте її на піщаній бані до 1 мл.

При необхідності проведіть фільтрування проб перед атомно-абсорбційним аналізом.

5.9. Визначення вмісту алюмінію у воді

Незважаючи на значний вміст алюмінію в земній корі (перший серед металів), у вигляді Al^{3+} він належить до токсичних речовин. Токсичність істотно залежить від форми алюмінію (III) в природних умовах (малорозчинні чи розчинні солі, комплексні сполуки), розмірів іонів (катіони металу можуть утворювати полімерні гідроксокомплекси до складу $Al_{54}(OH)_{144}^{18+}$), твердості води. Особливо небезпечний для життєдіяльності гідробіонтів $Al(III)$ у м'яких водах, тому вчені вважають, що ГДК АР в природних водах залежно від їх твердості мають відповідати наведеним у таблиці 5.16.

Йони алюмінію утворюють з еріохромціаніном R при $pH = 5,4$ комплексну сполуку фіолетового кольору, що лежить в основі кількісного визначення Al^{3+} .

Визначенню перешкоджають: ферум (III), який попередньо відновлюють до феруму (II) гідрохлоридом гідроксиламіну; флуориди і значна кількість органічних сполук (їх видаляють випарюванням проби з хлоридною кислотою і прожарюванням залишку); якщо в пробі міститься значна кількість фосфатів, алюміній визначають за методикою з 8-оксихіноліном.

Матеріали й обладнання: мірна колба місткістю 50 мл; фотоелектроколориметр; еріохромціан R; 10 %-й розчин гідроксиламіну гідрохлориду $NH_2OH \cdot HCl$; 10 %-й розчин гідроксиду натрію, 10 %-й розчин ацетатної кислоти, ч.д.а. (9,5 мл концентрованої кислоти розбавте 90 мл води); ацетатний буфер ($pH = 5,4$); стандартний розчин алюмінію (III).

Приготування розчину еріохромціану R: розчиніть 750 мг реактиву в 200 мл води, додайте 25 г хлориду натрію, 25 г нітрату амонію, 2 мл нітратної кислоти (конц.) і розбавте водою до 1 л.

Приготування ацетатного буфера ($pH = 5,4$): до 446 мл розчину ацетату натрію, $C = 0,1$ моль/л, долийте 100 мл розчину оцтової кислоти, $C = 0,1$ моль/л, і розбавте дистильованою водою до 1 л.

Таблиця 5.16 – ГДК Al^{3+} у природних водах залежно від їхньої твердості

Твердість, ммоль екв/л	Масова концентрація Al^{3+} (ГДК), мг/л
<2,6	$\leq 0,05$
2,6–7,1	$\leq 0,1$
>7,1	$\leq 0,5$

Приготування основного розчину: розчиніть 1,758 г алюмокалієвих галунів $KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$, ч.д.а. в дистильованій воді і розбавте до 1 л. В 1 мл одержаного розчину міститься 0,1 мг Al (III).

Приготування робочого розчину: розбавте 10 мл основного стандартного розчину дистильованою водою до 1 л (використовуйте завжди свіжо-приготовленим). В 1 мл розчину міститься 0,001 мг Al (III).

Хід роботи

У мірну колбу місткістю 50 мл налейте 25 мл аналізованої води (якщо потрібно, заздалегідь розбавленої чи випареної так, щоб у цьому об'ємі містилося від 0,001 до 0,03 мг алюмінію). Додайте 0,5 мл розчину гідроксиламіну, 3 мл розчину еріохромціаніну R, перемішайте; прилийте краплями розчин $NaOH$ до появи фіолетового забарвлення, а потім – розчин CH_3COOH до переходу його в жовтий колір; налейте 10 мл буферу, розбавте дистильованою водою до риски і перемішайте.

Через 20 хв. виміряйте світлопоглинання розчину, порівняно з контрольним дослідом, проведеним із 25 мл дистильованої води і всіма реагентами. Вимірювання проведіть у кюветах із товщиною шару 2 см, користуючись зеленим світлофільтром ($\lambda=530$ нм); молярний коефіцієнт світлопоглинання $4 \cdot 10^4$.

Вміст алюмінію визначте за градувальним графіком, для побудови якого відберіть 0; 1; 2; 5; 10; 15; 20; 25 і 30 мл робочого стандартного розчину, що відповідає 0; 1; 2; 5; 10; 15; 20; 25; 30 мкг Al . Обробіть кожен розчин аналогічно описаному вище. Хід аналізу при побудові кривої можна спростити: в мірну колбу місткістю 50 мл долийте потрібні кількості робочого розчину алюмінію (III), додайте по 3 мл еріохромціаніну R та 10 мл буферного розчину і доведіть об'єм до риски.

Масову концентрацію алюмінію у пробі X обчисліть за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 1000}{V}, \text{ мг/л,} \quad (8)$$

де a – кількість Al за градувальною кривою, мкг;

V – об'єм проби води, мл.

Реактиви, які застосовують в аналізі, повинні містити мінімальну кількість алюмінію (III), для цього здійснюють їх перевірку. До 2 мл реактиву ($pH = 5,4$) долийте 3 мл розчину еріохромціаніну R, 3 мл ацетатного буферного розчину. Якщо в реактиві є алюміній, забарвлення розчину стає рожевим, якщо немає, – залишається оранжевим.

Контрольні запитання

1. Які показники у формулі Бегма-Шаповалова враховуються при розрахунку концентрації СО у повітрі?
2. На чому базується метод визначення оксиду сульфуру (IV) в повітрі з реактивом Грісса-Ілосвая?
3. Як найпростішим способом зібрати тверді частинки у повітрі?
4. Які якісні аналізи можна застосовувати для визначення наявності в аерозолі повітря плюмбуму, феруму та ніколу?
5. Як здійснюється упарювання води для аналізу?
6. Які існують способи оцінки рівня забруднення води коліморфними бактеріями?
7. Яка шкала використовується для оцінки рівня забруднення питної води важкими металами?
8. На якому принципі ґрунтується метод визначення алюмінію в питній воді?
9. Який вміст слід вважати фоновим при оцінці рівня забруднення криничної води важкими металами?
10. Який вміст слід вважати фоновим при оцінці рівня забруднення водопровідної води важкими металами?
11. Як розрахувати коефіцієнти концентрацій важких металів у поверхневому шарі ґрунту?
12. Як визначити сумарний показник забруднення ґрунтів ВМ?

Лабораторна робота № 6. ОЦІНКА ПОБУТОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

Мета роботи – вивчити методи оцінки й утилізації побутових та промислових відходів. Зробити висновки.

6.1. Класифікація відходів

Наразі час у світі в атмосферу, водойми і ґрунт щорічно надходить більш 50 млрд.т відходів енергетичних, промислових, сільськогосподарських виробництв і комунально-побутового сектора, у тому числі від промислових підприємств – більш 150 млн т. Проблема відходів має високу гостроту через низьку швидкість їхнього розкладання. Папір руйнується через 2–10 років, консервні банки майже за 100 років, поліетиленові матеріали – за 200 років, пластмаса – за 500 років, а скло для повного розкладу вимагає 1000 років.

Відходи поділяються на тверді та рідкі, промислові та побутові, виробництва та споживання.

Відходи виробництва – усе те, що утвориться в процесі виробництва чи після завершення його циклу, крім продуктів, у вигляді енергії чи речовини – предметів виробництва. У принципі відходами виробництва є і речовини, що містяться в технологічних газах, що відходять, (димові) чи в стічних водах підприємств, що використовують воду в технологічних процесах.

У промисловій екології під відходами виробництва розуміють відходи, що знаходяться у твердому агрегатному стані (деякі газоподібні і рідкі відходи можуть переходити у тверду фазу, наприклад, у фільтрах чи відстійниках). Те ж відноситься і до відходів споживання – промисловим і побутовим.

Таблиця 6.1 - Класифікація промислових відходів за гігієнічною ознакою

Категорія	Характеристика промислових відходів за видом забруднення	Річне накопичення до всієї маси відходів, %	Рекомендовані методи утилізації або знищення
Перша	Інертні	57	Використання для різних робіт
Друга	Органічна речовина, яка легко розкладається	3,0	Складування або переробка разом з твердими побутовими відходами
Третя	Слаботоксичні, малорозчинні у воді	30	Складування разом з твердими побутовими відходами
Четверта	Нафто-, олієподібні	1,5	Спалювання, у тому числі, разом з твердими побутовими відходами
П'ята	Токсичні із слабким забрудненням повітря	3,0	Складування на полігоні промислових відходів
Шоста	Токсичні, у тому числі, мінеральні органічні	3,5 2,0	Зняття токсичності на спеціальному устаткуванні, потім використання

6.2. Відходи споживання

Відходи споживання – вироби і матеріали, що втратили свої споживчі властивості в результаті фізичного (матеріального) чи морального зносу.

Промислові відходи споживання – машини, верстати й інше застаріле обладнання підприємств.

Побутові відходи – відходи, що утворюються в результаті життєдіяльності людей і які вони викидають як небажані чи марні. До твердих побутових відходів відносять картон, газетний, пакувальний чи споживчий папір, усіляку тару (дерев'яна, скляна, металева), що вийшли з ужитку чи втратили споживчі властивості, предмети і вироби з дерева, металу, шкіри, скла, пластмаси, текстилю й інших матеріалів, зламані чи застарілі побутові прилади – сміття, а також сільськогосподарські і комунальні харчові відходи – викиди.

Велику небезпеку для навколишнього середовища представляють токсичні відходи, у тому числі частина безпечних на стадії їхньої появи відходів, що здобувають токсичні властивості під час збереження.

6.3. Відходи виробництва

Видобуток і переробка сировини, необхідної для виробництва енергії, різних матеріалів і в остаточному підсумку задоволення тих чи інших потреб суспільства, веде до виснаження природних ресурсів Землі, руйнування природних екосистем, порушення біосферних процесів і небаченого забруднення навколишнього середовища, у тому числі в результаті нагромадження відходів виробництва.

Характерне для сучасного світу розширення індустриального виробництва супроводжується використанням величезної кількості сировини й енергетичних ресурсів, спрямованих на виробництво матеріальних благ. При цьому діє сформований століттями стереотип, що саме екстенсивне зростання промислового виробництва визначає добробут суспільства; промислове виробництво вважається основою економічного розвитку і соціально-економічного рівня життя суспільства, а обсяг споживаних сировини і ресурсів розцінюється як показник економічного процвітання.

Структурна перебудова економіки розвинутих країн в останній чверті XX століття (розвиток високотехнологічних галузей промисловості, що випускають електронну техніку, комп'ютери, фармацевтичні препарати і т.д.) призвела до зниження темпів споживання сировини (воно потрібно в основному для заміни устаткування, а не для створення нової інфраструктури) і енергії. У той же час різко підвищилися рівні споживання сировинних ресурсів у країнах, що розвиваються. Однак, обсяг сировини, що надходить в економічну систему, нічого не говорить ні про його кінцеве використання, ні про його внесок у добробут людей. Але цей показник дозволяє однозначно оцінити збиток, який наноситься навколишньому природному середовищу як на початковій, так і на завершальній стадії виробничого циклу.

Видобуток сировини – це не тільки самий руйнівний вид людської діяльності, при якому відбувається переміщення величезної кількості ґрунту і гірської породи, але й основне джерело промислових відходів. Велика частина відходів утворюється на початковій стадії. Для доступу до сировини необхідно видалити шар ґрунту і гірських порід (розкрити породи), при цьому обсяги розкритих порід при відкритому способі видобутку сировини, який зараз широко розповсюджений, значно більші, ніж при підземному способі.

Здебільшого ці терикони і відвали складаються з відносно інертних компонентів, але в той же час вони містять речовини, які утворюють кислоти, важкі метали й інші небезпечні для навколишнього середовища елементи. Піддаючись інтенсивному фізико-хімічному впливу природних факторів – повітря і води, вони стають джерелами комплексного забруднення навколишнього природного середовища.

Підвищена міграційна здатність багатьох хімічних елементів викликає забруднення підземних вод, а високі коефіцієнти біологічного поглинання важких металів призводять до забруднення рослинного покриву прилягаючих територій. Потім забруднення через ланцюги харчування надходить в організм тварин і людини, приводячи до важких захворювань.

Особливу категорію відходів (головним чином, промислових) складають радіоактивні відходи (РВ), що утворюються при видобутку, виробництві і використанні радіоактивних речовин як пального для атомних електростанцій, транспортних засобів (наприклад, атомних підводних човнів) і інших цілей.

6.3.1. Можливі напрямки використання відходів виробництва

Принципово можливе використання промислових відходів у наступних основних напрямках:

1. Рекультивация ландшафтів, планування територій, відсипання доріг, дамб і т.п., для чого використовують скельні породи, гальку, гравій, пісок, доменні шлаки й інші види твердих промислових відходів. Реалізація цього економічно вигідного напрямку утилізації відходів, проте, незначна - усього в цих цілях використовується приблизно 10% обсягу наявних відходів.

2. Використання відходів як сировини при виробництві будівельних матеріалів:

- як пористі заповнювачі бетону, будівельної кераміки (порожня гірська порода, галька, пісок);

- як сировина для виробництва білого цементу, будівельного вапна і скла (породи, що містять крейду), портландцементу (глинисті сланці), керамзиту (пластичної глини), силікатної і будівельної цегли (пилошлакові відходи теплових електростанцій і металургійних заводів) і т. д.

Промисловість будівельних матеріалів – єдина галузь, яка у значних масштабах використовує багатотоннажні відходи виробництва.

3. Вторинне використання відходів як вихідну сировину, оскільки деякі відходи по своїх властивостях близькі до природної сировини для одержання визначеної речовини чи сировини для одержання нових видів продукції.

У першому випадку реалізується принцип маловідходної чи безвідходної технології виробництва, наприклад, виробництво графіту з графітових руд і графітової кіптяви, яка при цьому виникає.

В другому випадку в такий спосіб можна, наприклад, одержувати сірчану кислоту: при збагаченні вугілля з метою зниження в ньому вмісту сірки утворюється сірчаний колчедан FeS_2 (наприклад, у "хвостах" збагачення Підмосковного вугільного басейну його запаси досягають 60 млн. т). Термічна обробка сірчаного колчедану разом з іншим багатотоннажним відходом - сульфатом заліза FeO_4 - дозволяє одержати діоксид сірки:

$FeO_4 + 3Fe_2 + 8O_2 - 7SO_2 + 2Fe_2O_3$ і надалі – сірчану кислоту.

Цей напрямок використання відходів застосовується при переробці таких промислових відходів споживання, як чорний і кольоровий металобрухт. При переробці чорного металобрухту можна заощадити до 75 % електроенергії, необхідної для одержання сталі з залізної руди. Повторне одержання алюмінію з брухту заощаджує до 90 % електроенергії, необхідної для його виплавки з руди. Попутно зменшується забруднення атмосфери і кількість первинної сировини, що добувається, а отже, і кількість порожньої рудної породи.

4. Використання відходів у сільському господарстві як добрива або засоби

меліорації. Наприклад, розроблені технологічні процеси одержання з фосфогіпсу (багатотоннажні відходи деяких хімічних виробництв, що містить у %: гіпс – 80–90, фосфорну кислоту – 0,5–0,6, глину – 5–6) корисного хімічного добрива – сульфату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а також вапна для хімічної меліорації солонцевих ґрунтів. Вапняні меліоранти (поглиначі) кислих ґрунтів одержують також із пилошлакових відходів металургії, відходів паперової, шкіряної та інших галузей виробництва. Застосування відходів промисловості в сільському господарстві має свої складності. Це пов'язано з тим, що в них у залежності від вихідної сировини можуть знаходитися важкі метали, миш'як, фтор, селен і інші шкідливі елементи.

5. Використання як палива в промисловості і побутових відходів лісової і деревообробної галузей промисловості, деяких відходів сільського господарства.

6.4. Утилізація промислових відходів

Звільнення від відходів ведеться в трьох напрямках:

1) складування або навіть захоронення таким чином, щоб вони не впливали негативно на навколишнє середовище;

2) знищення відходів шляхом їхнього спалювання;

3) очистка від шкідливих речовин, що становить найбільш складний процес, який здійснюється такими способами:

а) механічна очистка методом відстою в спеціальних відстійниках рідких стоків, фільтрування і т.п.;

б) хімічна очистка, при якій шкідливі компоненти відходів перетворюються в осад або розкладаються;

в) фізико-хімічна очистка, головним чином, методом елек- або іонообмінних смол;

г) біологічна очистка за допомогою бактерій або інших живих організмів, здатних розкласти шкідливі речовини в процесі життєдіяльності.

Відходи, що не використовуються (чи не підлягають використанню), направляються на поховання на полігони-смітники.

Токсичні промислові відходи повинні вміщатися в герметичні металеві контейнери (особливо шкідливі – у куби з отверділого рідкого скла) і зберігатися у товщі глини. Іноді як полігони для збереження таких відходів використовують порожні геологічні виробки (кинуті вугільні чи соляні шахти, чи спеціально створені порожнини).

Різновидом термічного методу є плазменний, при якому високі температури (вище 3000°C) дозволяють знешкоджувати широкий спектр токсичних і особливо токсичних речовин, серед них різні отруйні речовини (у тому числі бойові), пестициди, діоксини й ін.

Ще одним перспективним напрямком термічної технології є піроліз – розкладання відходів під дією високої температури без доступу повітря. Переваги цієї технології – можливість одержання газу для технологічних і побутових цілей, а в низці випадків нових продуктів (олії, смоли), придатних до

використання; різке скорочення витрат на систему очищення газів, що відходять, за рахунок зниження їхніх обсягів (у 3–4 рази); достатня екологічна чистота і безпека; низьке енергоспоживання на одиницю об'єму речовини, що переробляється, особливо у випадку застосування нагріву.

У результаті фізико-хімічної технології переробки деякі відходи використовуються як сировина для одержання корисного продукту.

У промислово розвинених країнах цю технологію застосовують для переробки:

- відходів гумовотехнічної промисловості (автомобільні покришки, гумові шланги і рукави й ін.) у гумову крихту, використовувану в дорожньому будівництві (наприклад, шумопоглинальний "асфальт, що шепоче", яким покриті багато автомагістралей Австрії);
- широко використовуваних полімерних матеріалів (нова галузь промисловості по переробці такого виду відходів забезпечує їх 100 % переробку на сировину для повторного використання);
- визначених видів промислових відходів у добрива, будівельні матеріали.

При переробці кожного виду відходів цим методом доводиться розробляти індивідуальну технологію. У зв'язку з цим з погляду екологізації промислового виробництва при створенні нового матеріалу, що знаходить широке застосування, бажано одночасно розробляти і технологію його утилізації. Теоретично найперспективнішою технологією переробки промислових відходів є біотехнологія. Жива речовина планети в ході еволюції переробила первісну літосферу, гідросферу і атмосферу, перетворивши їх у біосферу. Енергетичний потенціал біоти не зрівняти ні з якою технічною установкою, що виконує ту ж функцію, щоправда, швидкість протікання біологічних процесів невелика. У лабораторних умовах здійснюються технології витягу з відходів Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, Hg, Co, Ag і інших металів, у тому числі радіоактивних ізотопів, деякими бактеріями і грибами. У промислових умовах біотехнологію вже використовують для виробництва білкових продуктів з відходів лісової і деревообробної галузей промисловості.

Біотехнологічні методи повинні виявитися дуже корисними й ефективними при переробці відходів харчової галузі промисловості, агропромислового комплексу, а також комунального господарства – областях, де утилізація відходів розвинута в найменшому ступені.

Існують можливості знешкодження рідких промислових та побутових стоків. Вони повинні проходити хімічну та біологічну очистку. Використовуються різні методи. Звичайно, будь-який з них складається з таких етапів:

- 1) попередня очистка, метою якої є звільнення стоків від крупного сміття. Вона полягає в проціджуванні стоків крізь ґрати та відстоювання;
- 2) первинна очистка в спеціальних відстійниках до отримання мулу-сирцю;
- 3) вторинна очистка, при якій використовуються живі організми для остаточної очистки стоків від органічної речовини.

Високоєфективний метод крапельного фільтрування, який полягає у виведенні стічних вод на шар піску завтовшки до 1,5 метра за годину до 6 годин. Потім протягом 18 годин здійснюється продувка киснем або повітрям,

що створює сприятливі умови для роботи мікроорганізмів, які знешкоджують органічну речовину таких стоків. Як модифікація цього методу може застосовуватися розбризкування на шар щебеню.

Інший непоганий метод – це метод активного мулу, що застосовується з 1914 року. Для його реалізації створюється система неглибоких біологічних ставків, в котрих йде змішування стічних вод з мулом, що утворився при попередньому окисленні стічних вод. В активному мулі багато мікроорганізмів, які завершують знешкодження стоків.

Деякі види стічних вод настільки токсичні, що їх не можна зберігати в ставках-накопичувачах. У таких випадках доводиться вдаватися до глибинного поховання, використовуючи відпрацьовані нафтові та газові свердловини. Але в таких свердловинах нерідко зберігаються ще не вилучені нафта й газ. Тому була запропонована технологія створення спеціальних підземних порожнин методом ядерних вибухів потужністю в декілька кілотонн. Такі порожнини найбільш придатні для закачування токсичних речовин.

6.5. Контроль викидів забруднюючих речовин промисловими джерелами

Проект нормативів граничнодопустимих викидів (ГДВ) є основним документом, у складі якого затверджуються нормативи ГДВ і заходи щодо їх досягнення.

Нормативи ГДВ встановлюються на 5 років. У випадку необхідності корегування нормативів ГДВ по одній із речовин або встановлення нормативів на речовини, які їх не мають, нормативи граничнодопустимих викидів розробляються згідно із встановленим порядком і оформляються у вигляді додатка до раніше затвердженого проекту.

Якщо підприємство розташоване на двох і більше виробничих майданчиках, то проект нормативів ГДВ розробляється підприємством по кожному виробничому майданчику окремо. Розрахунок концентрацій в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, які містяться у викидах підприємств, виконується окремо для кожного з них.

Забруднююча (атмосферне повітря) речовина – будь-яка речовина хімічного або біологічного походження, що присутня або надходить до атмосферного повітря і може прямо або опосередковано впливати на навколишнє природне середовище і здоров'я людини.

Викид (емісія) – надходження забруднюючої речовини в атмосфері повітря від джерела викиду

Потужність викиду забруднюючої речовини – кількість забруднюючої речовини, що надходить в атмосферне повітря за одиницю часу.

Джерело викиду забруднюючої речовини – об'єкт, підприємство, цех, агрегат, устаткування та інше, з якого надходить і розповсюджується в атмосферному повітрі забруднююча речовина.

Стаціонарне джерело викиду забруднюючої речовини – джерело викиду, що зберігає свої просторові координати протягом певного часу і здійснює викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Пересувне джерело викиду забруднюючої речовини – джерело викиду, що змінює протягом певного часу свої просторові координати.

Санітарно-захисна зона – спеціально організована територія, яка встановлюється від джерела шкідливості (в тому числі від джерела забруднення атмосфери) до межі житлової забудови, ділянок оздоровчих установ, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших прирівняних до них об'єктів.

Граничнодопустима концентрація забруднюючої речовини в атмосферному повітрі (ГДК) – віднесена до визначеного часу максимальна концентрація забруднюючої речовини в атмосферному повітрі, яка при періодичному або постійному впливові на людину та навколишнє середовище не справляє на них шкідливої дії протягом всього життя людини, включаючи віддалені наслідки.

Контроль стану атмосферного повітря складається із вивчення джерел забруднення. Основним екологічним нормативом як для підприємства в цілому, так і для кожного джерела викиду забруднюючих речовин в атмосферу окремо, є **гранично допустимий викид (ГДВ)** або **тимчасово погоджений викид (ТПВ)**. Він установлюється для дотримання ГДК забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери. В основу системи контролю промислових викидів покладено визначення величини викидів і зіставлення їх із величиною ГДВ (ТПВ).

Цей метод рекомендується для визначення швидкості та об'ємної витрати газопилових потоків, які надходять від джерел забруднення в повітропроводах зі швидкістю не менше 4 м/с.

Хід роботи

Пневмонічна конструкція НПОГАЗ (рис.6.1) складається із двох трубок діаметром 8 мм. Вхідний носик трубки 1, розміщений навпроти повітряного потоку, сприймає повний напір, тобто суму динамічного і статичного тисків. Проріз трубки 2 сприймає тільки статистичний напір. Обидва кінці пневмометричної трубки з'єднують із мікроманометром; мікроманометр типу ММН-2400(5)-1,0; термометр скляний технічний; барометр; штангельциркуль; рулетка металева; трубки резинові; лінійка; сталевий пруттик.

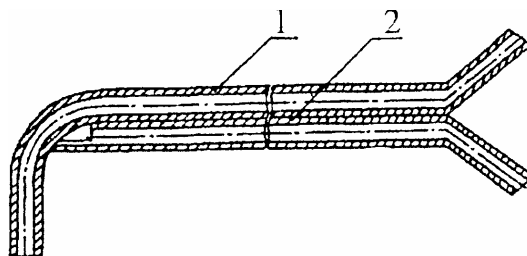


Рис. 6.1. – Пневмометрична конструкція НПОГАЗ:

1 – вхідний носик трубки; 2 – проріз трубки

Виміри проводять при встановленому рухові потоку газу. Вимірювальний перетин вибирайте на прямій ділянці повітропроводів на достатній відстані від місця, де змінюється напрям потоку газу (коліно, засувки і т.д.) або площа

поперечного перетину газоходу (засувки, дроселюючий прилад).

Відрізок прямої ділянки повітропроводу до вимірювального перетину має бути довшим від відрізка за вимірювальним перетином. Мінімальна довжина прямої ділянки повітропроводу повинна складати не менше 4–5 його діаметрів. Якщо умова мінімальної довжини не може бути забезпечена, то необхідно вдвічі збільшити кількість точок виміру. Зберіть вимірювальну схему (рис. 18), при цьому трубку.

6.6. Визначення забруднення повітря різними шкідливими газами за допомогою газоаналізатора УГ-2

Газоаналізатор УГ-2 (рис.6.2) призначений для вимірювання концентрації шкідливих газів (парів) у повітрі. *Принцип роботи* газоаналізатора УГ-2 оснований на зміні забарвлення шару індикаторного порошку в індикаторній трубці після прокачування через неї повітря збірним пристроєм УГ-2.

Довжина зафарбованого стовпчика індикаторного порошку в трубці пропорційна концентрації газу в повітрі та вимірюється за шкалою, градуйованою мг/м^2 .

При роботі з газоаналізатором необхідно дотримуватись таких умов експлуатації:

- > t навколишнього повітря 10–30 °С;
- > пропанон-2 з поглинаючою трубкою –15–30 °С, пропанон-2 без поглинаючої трубки –10–25 °С;
- > відносна вологість повітря не більше 90 %;
- > атмосферний тиск від 90 до 104 кПа (від 680 до 780 мм рт. ст.);
- > масова концентрація пилу не більше 40 мг/м^2 .

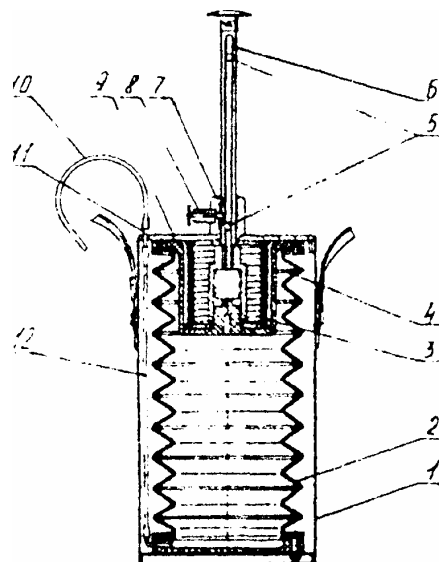


Рис. 6.2. – Повітрязбірний пристрій УГ-2: – корпус; 2 – сифон; 3 – пружина; 4 – кільце розпирне; 5 – канавка з двома поглибленнями; 6 – шток; 7 – втулка; 8 – фіксатор; 9 – плата; 10, 12 – трубка гумова; 11 – штуцер

При роботі з газоаналізатором УГ-2 необхідно дотримуватися техніки безпеки (паром).

Необхідно бути обережним при роботі зі склом. Не допускати попадання пилу на шкіру та в очі. З індикаторними порошками працюйте в спецодязі. По закінченні вимірювання добре вимийте руки з милом.

Хід роботи

Перед початком роботи індикаторні трубки витримайте на повітрі протягом 30 хв. для прийняття t° навколишнього середовища. Для визначення концентрації газу відкрийте кришку повітрозбірного пристрою УГ-2 і перевірте відповідність штока номеру повітрозбірного пристрою УГ-2. Відведіть фіксатор, візьміть із гнізда шток і вставте його в направляючу втулку, щоб наконечник фіксатора ходив по канавці штока, над якою вказаний об'єм закачуваного повітря. Натискайте ручкою на головку штока доти, поки кінець фіксатора потрапить у верхнє заглиблення в канавці штока. При цьому кінець гумової трубки залишіть вільним, трубку не переламауйте.

Індикаторну трубку звільніть від герметизуючих ковпачків, намагаючись її не засмічувати. Постукуючи стержнем по стінці трубки, перевірте її ущільнення і якщо при цьому між стовпчиком порошку і тампоном створився просвіт, усуньте його натисканням стержня на тампон. Після цього приєднайте його до гумової трубки повітрозбірного пристрою УГ-2 і розмістіть у місці вимірювання.

При наявності в повітрі парів (газів), що заважають визначенню, нейтралізуйте їх фільтруючим патроном, який пристикуйте за допомогою гумової трубки до індикаторної трубки вузьким кінцем, у стик. Вимірювання потрібно починати не пізніше як за 1 хв після розгерметизації трубок. Натискуючи однією рукою на головку штока, другою відведіть фіксатор, і як тільки шток почне рухатись, фіксатор відпустіть і увімкніть секундомір. Коли фіксатор увійде в нижнє заглиблення канавки штока, пролунає тріск, але просмоктування повітря ще продовжується. При просмоктуванні заданого об'єму повітря тривалість ходу штока повинна вкладатись у межі, вказані на етикетці вимірювальної шкали для визначення газу.

Індикаторний порошок після впливу газу, що визначається, змінює забарвлення. Концентрацію газу, яка визначається, знайдіть, приклавши нижню межу стовпчика зафарбованого порошку індикаторної трубки до нульової позначки вимірювальної шкали етикетки. Цифра на шкалі, збігаючись із верхньою межею зафарбованого стовпчика порошку, вкаже концентрацію газу, яка визначається.

Контрольні запитання

1. Вкажіть існуючу класифікацію відходів.
2. Назвіть відходи споживання.
3. Які відходи виробництва існують?
4. Вкажіть можливі напрямки використання відходів виробництва.
5. Напрямки утилізації промислових відходів.
6. Як здійснюється контроль викидів забруднюючих речовин промисловими джерелами.
7. Принцип роботи газоаналізатора УГ-2.

ДЖЕРЕЛА

1. Закон України «Про відходи»;
2. Закон України «Про охорону атмосферного повітря»;
3. Закон України «Про відходи»;
4. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;
5. Закон України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності»;
6. Закон України «Про екологічну експертизу».
7. ДСанПіН 2.2.7.029-99 Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення.
8. ДБН А.2.2-1-2003 Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.
9. ДБН А.2.2-3-2004 Проектування. Склад, порядок, розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва;
10. Білявський Г.О. та інш. Основи екології: Підручник / Г.О.Білявський, Р.С.Фурдуй, І.Ю.Косьтіков. - 3-тє вид. - К.:Либідь, 2006. – 408.
11. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. Підручник / За ред. К. М. Ситника. - К.: Вища школа, 2001. - 358 с.
12. Бондар Л.О., Курзова В.В. Екологічне право України. Навчальний посібник. 2-е видання. / Л О. Бондар, В. В. Курзова. - Вид-во - Бурун Книга. 2008. - 368 с.
13. Кучерявий В.П. Екологія.- Львів: Світ, 2001. - 500 с.
14. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навч. посібник. - 3-є вид. - К.: Т-во "Знання", КОО, 2004. - 309 с.
15. Юрченко Л.І. Екологія. К.: «Видавничий дім «Професіонал», Центр учбової літератури, 2009. - 304 с.
16. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія. Навчальний

посібник. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. - 416 с.

17. Білявський Г.О. Основи Екології. Навчальний посібник / К.: Либідь, 2006.-408с.

18. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології. Навч. посібн.-К.: Каравела, 2006. - 368 с.

19. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник К.: Т-во "Знання", КОО, 2002. - 550 с.

20. Промислова екологія: Навч. посіб. - 2-ге вид / Апостолук С.О., Джигирей В.С. - К., 2012. - 430 с.,

21. Основи екології: Підручник. Затверджено МОН / Олійник Я.Б., Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. - К., 2012. - 558 с.

www ресурс

Гуманитарный экологический журнал, <http://www.ln.com.ua/~kekz/human.htm>;

<http://allabout2003.narod.ru/phil5.htm>;

<http://ecoforum2.narod.ru/hem12/digest.htm>;

<http://www.ecoethics.ru/b22>;

<http://ecoforum2.narod.ru/hem41/sociol2.htm>;

<http://ecoforum2.narod.ru/hem5s/singer.htm>;

<http://www.ecolife.org.ua/education/apress/green/index.php>.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ»

(для студентів 3 курсу, денної форми навчання, галузі знань 1702 “Цивільна безпека”, за напрямом підготовки 6.170202 “Охорона праці”)

Укладачі: **НІКІТЧЕНКО** Ольга Юріївна,
НЕСТЕРЕНКО Світлана Володимирівна

Відповідальний за випуск *М. В. Хворост*
За авторською редакцією
Комп’ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2012, поз. 222 М

Підп. до друку 25.06.2012 р.
Друк на ризографі
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 3,8
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.